SEE FOLLOWING NOTE

VOIR NOTE CI-APRÈS

PARTS OF THE ORIGINAL DOCUMENT ARE OF POOR REPRODUCTIVE QUALITY.

MICROMEDIA LIMITED HAS ATTEMPTED TO PRODUCE THE BEST POSSIBLE COPY.

CERTAINES PARTIES DU DOCUMENT ORIGINAL SONT DE PIÈTRE QUALITÈ DE REPRODUCTION.

MICROMEDIA LTEE A ESSAYEE DE PROCURER LE MEILLEUR EXEMPLAIRE POSSIBLE.

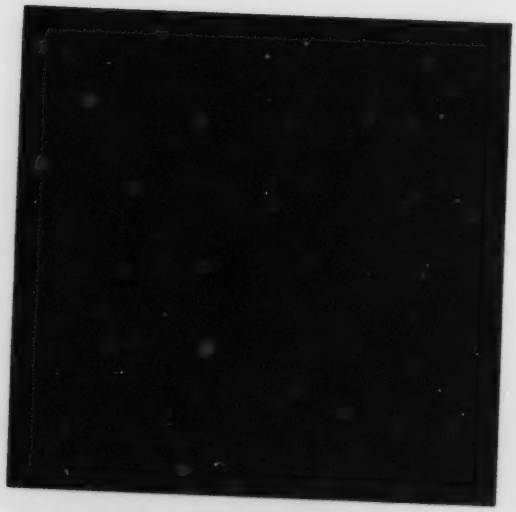
CONSEIL
DES PRODUCTIONS
VÉGÉTALES
DU QUÉBEC

FÉDÉRATION
INTERDISCIPLINAIRE
DE L'HORTICULTURE
ORNEMENTALE
DU QUÉBEC

UNIVERSITÉ
LAVAL

ASSOCIATION
PAYSAGE
QUÉBEC

COLLOQUE SUR L'HORTICULTURE ORNEMENTALE



Les 28 et 29 septembre 1988

Québec

MOT DU PRESIDENT

Madame,
Monsieur,

L'horticulture ornementale québécoise est l'une des productions végétales dont l'expansion est la plus importante et dont la valeur économique est de loin la plus élevée au Québec.

Lors du recencement réalisé en 1983, les ventes d'arbres et d'arbustes atteignaient près de 50$ millions pour le seul secteur de la pépinière. On comptait près de 500 entreprises qui employaient un peu moins de 3000 personnes. L'accroissement considérable des ventes depuis quelques années et un degré d'auto-approvisionnement qui n'était que de 50%, il y a cinq ans, laissent présager un potentiel de développement encore insoupçonné.

L'avènement de la culture des plantes de pépinière en contenants a considérablement transformé cette industrie en étendant la période de vente et de transplantation des végétaux à toute la saison de végétation. La reprise est supérieure et la croissance des plantes est généralement excellente dès la première année. De plus, cette méthode de production offre de nombreux avantages dont un meilleur suivi des plantes, une croissance plus rapide, une surface de production plus réduite, et autres.

Toutefois, la culture en contenants exige une plus grande technicité de la part du producteur et une maîtrise quasi-parfaite de tous les aspects de cette production. Or, des données culturales obtenues d'expériences ou d'essais menés en conditions québécoises sont encore peu nombreuses et souvent méconnues. Ce colloque sur la culture en contenants permettra une mise à jour des connaissances applicables au Québec à propos, entre autres des contenants, du substrat, de la multiplication, de la fertilisation, de la qualité de l'eau, de l'irrigation, de la répression des mauvaises herbes, de la planification des espaces et des avantages commerciaux.

Cet évènement s'adresse aux pépiniéristes du Québec qui sont confrontés aux divers problèmes de la culture en contenants et à tous les intervenants impliqués dans le domaine ornemental et intéressés par le sujet.

Nous vous attendons nombreux à cet évènement et nous espérons qu'il réponde à vos attentes.

Jacques-André Rioux, agronome
Président du colloque

COMITE ORGANISATEUR

Jacques-André Rioux, agronome,
Président du colloque
Université Laval, Sainte-Foy

Marie-Fleurette Beaudoin, biologiste,
Jardin Botanique de Montréal

Francine Bigras, **biologiste,**
Centre Forestier des Laurentides, Ste-Foy

Guy Boulet,
Les pelouses Boulet inc., Saint-Apollinaire

Gaétan Hamel,
La Ferme Gaétan Hamel, Pont-Rouge

Jean-Maurice Hamel, agronome,
Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation,
Charny

Guy Hayard, agronome,
Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation,
Québec

Claude Richer-Leclerc, agronome,
Agriculture Canada, L'Assomption

Philippe Martin, agronome,
Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation,
Longueil

Cahier de conférences

COLLOQUE
SUR
L'HORTICULTURE
ORNEMENTALE

Culture en contenants

Conseil
des
Productions
Végétales
du
Québec

90-02196/

Dépôt légal - 1er trimestre 1989
ISBN-2-551-12095-0
Bibliothèque nationale de Québec

89-0077

TABLE DES MATIERES

Le contenant: un milieu particulier 7
Francine Bigras

Substrats pour la culture en contenants 25
Denis Potvin

Multiplication des jeunes plants / derniers développements 41
Claude Richer-Leclerc

Qualité de l'eau d'arrosage 93
Jean-Maurice Hamel

Influence de différents niveaux et modes de fertilisation
sur la croissance des plantes de pépinière cultivées en contenant .. 105
Claude Vallée, Jacques-André Rioux

Planification d'une culture en contenants 123
Gilbert Bilodeau, Serge Côté, Marie-Claude Limoges
et Claude Vallée

Les avantages de la culture en contenant 145
Guy Boulet

Note: Les textes contenus dans ce document ont été reproduits tels qu'ils ont été présentés par les auteurs.

ONT PARTICIPÉ A CE COLLOQUE

Emballage Coderre Inc.

Fafard et Frères Ltée

La Fédération Interdisciplinaire de
l'Horticulture Ornementale du Québec

L'Association Paysage Québec

Le Conseil des productions végétales du Québec

Les Composts du Québec Inc.

Les Industries Harnois Inc.

L'Université Laval

Vert-Mark

LE CONTENANT: UN MILIEU PARTICULIER

Conférence présentée

au

Colloque sur l'horticulture ornementale

Les 28 et 29 septembre 1988

par

Francine Bigras

Université Laval

LE CONTENANT: UN MILIEU PARTICULIER

Francine Bigras

Centre de Foresterie des Laurentides, 1055 rue du PEPS, C.P. 3800, Sainte-Foy, Québec G1V 4C7

INTRODUCTION

FONCTIONS ET PHYSIOLOGIE DES RACINES
- Ancrage de la plante au sol
- Absorption de l'eau
  - Température
  - Concentration en sels du substrat
  - Teneur en O2 et en CO2
  - Disponibilité de l'eau
- Absorption des sels minéraux
  - Température
  - pH
  - Teneur en O2
- Emmagasinage des réserves
- Lieu de synthèse
- Voie de conduction de l'eau, des sels minéraux et des produits de la photosynthèse

CONDITIONS PARTICULIERES DES RACINES DANS UN CONTENANT
- Oxygène
- Eau
- Sels minéraux
- pH
- Température

CONCLUSION

INTRODUCTION

La technique de production des plantes en contenants à l'extérieur est une adaptation de la culture en pots pratiquée dans les serres et elle a pris naissance dans le sud de la Californie vers les années 1945. Dans cette région des Etats-Unis, le climat chaud et humide convient parfaitement à plusieurs types de production. La culture en contenants des plantes ornementales y a donc pris naissance et, grâce à ce climat privilégié, la réussite était assurée. Devant le succès remporté par ces producteurs, on a voulu étendre cette technique dans d'autres parties des Etats-Unis. Malheureusement, des états tels que le Minnesota ou ceux du nord-est américains ne bénéficient pas d'une climat aussi clément que celui de la Californie . De nombreux échecs sont venus assombrir les perspectives d'avenir et ont limité l'expansion pour un certain temps. Malgré de nombreuses frustations, la production en contenants s'est toutefois poursuivie grâce à la tenacité de plusieurs, et au début des années 60, elle s'était étendue dans tout le sud des Etats-Unis et en Europe. Pourquoi, s'est-on acharné à mettre cette culture au point? Il faut bien l'avouer, au début, on y avait vu que les avantages économiques: il était possible d'étendre les périodes de vente, plus de plantes étaient cultivées par unité de surface, les plantes étaient attrayantes dans les jardineries, les clients étaient heureux de voir des plantes possédant feuilles ou fleurs, le transport et la transplantation étaient facilités pour l'acheteur, le nombre de plantes vendu augmentait et les profits aussi. Mais l'on s'est rapidement rendu compte qu'il ne suffisait pas de mettre les plantes dans des pots pour qu'elles y poussent: la culture en contenants était plus exigeante , en terme de connaissances, que la culture de pleine terre . Rapidement, il a fallu mettre les méthodes culturales au point: le choix du substrat, du contenant, la fertilisation, l'irrigation, le désherbage, etc. Une fois au point, d'autres avantages sont apparus: un régime de fertilisation et d'irrigation appliqué avec soin en fonction du substrat, accompagné d'un programme de désherbage adéquat produisait une plante de taille et de qualité supérieures en moins de temps. Cependant, encore aujourd'hui, malgré les progrès de cette technique, toutes les difficultés ne sont pas encore surmontées, particulièrement pour les producteurs des régions tempérées.

Je voudrais par cet exposé passer en revue quelques aspects de la physiologie des plantes et faire ressortir ceux que la culture en contenants vient ou peut venir modifier.

FONCTIONS ET PHYSIOLOGIE DES RACINES

L'énorme différence qui existe entre la culture de pleine terre et la culture en contenants est le fait de confiner les racines à un volume restreint de substrat et de disposer ce dernier sur le sol. Les racines sont alors exposées à des conditions qu'elles ne rencontrent habituellement pas dans la culture de pleine terre. En effet, en comparaison des conditions que l'on rencontre en pleine terre, les conditions telles que la température, la quantité d'eau, de fertilisants, d' O2 et de CO2 sont beaucoup plus variables et montrent de plus grande amplitudes dans le temps et dans l'espace. Dans ce contexte, la connaissance des principes de physiologie des racines devient de première importance. De plus, le choix du contenant, du substrat, de la fréquence de l'irrigation et de la fertilisation s'effectue par le producteur. Si celui-ci possède des connaissance sur la physiologie végétale, il améliore ses chances de prendre de bonnes décisions, et de comprendre les causes de ses problèmes de culture. La culture en contenants requiert de la part du producteur beaucoup plus de connaissances fondamentales et appliquées que la culture de pleine terre. On ne peut oublier que toute perturbation dans le fonctionnement des racines se répercute dans la croissance des parties aériennes. Le succès dans la culture des plantes en contenants s'obtient grâce à une préoccupation constante de la partie racinaire des plantes.

Les principales fonctions des racines sont l'ancrage de la plante au sol, l'absorption de l'eau, l'absorption des sels minéraux, l'emmagasinage des produits de la photosynthèse, le lieu de synthèse, et la voie de conduction de l'eau, des sels minéraux et des produits de la photosynthèse.

Ancrage de la plante au sol

Une des principales fonctions des racines est d'ancrer les plantes au sol. C'est un rôle que l'on oublie souvent mais il est important parce que le succès de la plupart des plantes terrestres dépend de leur habilité à se tenir debout. Les grands arbres ont un système élaboré de racines pour résister au vent et maintenir leur énorme masse et la difficulté que l'on rencontre lors de l'arrachage des mauvaises herbes est un autre exemple de la façon dont les racines maintiennent les plantes au sol (figure 1).

Absorption de l'eau

L'importance de l'eau dans la vie des plantes se résume en quatre points:
(a) l'eau est un constituant essentiel des cellules et forme 80

à 90% de la masse fraîche des tissus en croissance;

(b) l'eau est un solvent dans lequel les gaz, les sels et les autres solvents peuvent être transportés d'une cellule à l'autre et d'un organe à l'autre;

(c) l'eau est essentielle à la photosynthèse;

(d) l'eau est essentielle au maintien de la turgescence et par conséquent à la croissance cellulaire et à l'ouverture des stomates.

Bien qu'une certaine quantité d'eau puisse être absorbée par les feuilles, on considère que la plus grande partie est absorbée par les racines plus précisément par la zone des poils absorbants (figure 2). Pratiquement toute absorption de l'eau par les plantes qui transpirent normalement, que ce soit des plantes herbacées ou ligneuses, se fait de façon passive c'est-à-dire que la transpiration au niveau des feuilles provoque une tension dans le xylème (tige) ce qui provoque une entrée d'eau dans les racines (figure 3). Ainsi, le phénomème d'absorption passive ne requiert pas d'énergie métabolique. Si l'absorption de l'eau ne contrebalance pas la perte par évaporation, il s'ensuit un arrêt de croissance et éventuellement la mort par déhydratation. Par conséquent, tout facteur qui vient diminuer l'absorption de l'eau est important. Parmi les facteurs de l'environnment ce sont principalement la température, la teneur en O2, en CO2 et en sels dans le substrat et la disponibilité en eau qui affectent l'absorption. Examinons plus en détail l'influence de chacun de ces facteurs.

Température

La température du sol influence le taux d'absorption de l'eau. A basses températures, les plantes absorbent moins d'eau parce qu'il y a augmentation de la viscosité de l'eau, et une diminution de la perméabilité des cellules des racines, de l'activité métabolique, de la croissance racinaire et de la mobilité de l'eau dans le sol. L'effet combiné de l'augmentation de viscosité de l'eau et de la diminution de la perméabilité des cellules cause une forte réduction de l'absorption de l'eau par les racines (figure 4). Ajoutons que les espèces originaires du sud sont plus susceptibles aux basses températures que celles originaires du nord.

Les températures élevées diminuent aussi l'absorption de l'eau. Dans le cas des agrumes, on a observé que des températures au-dessus de 30°C diminuent l'absorption de l'eau. Pour les plants de tomates, l'absorption de l'eau est diminuée à des températures près de 24°C. Quant aux racines des plantes indigènes, elles seront affectées si elles sont directement exposées au soleil ou très près de la surface du sol.

Concentration en sels du substrat

De facon générale, les racines absorbent de l'eau lorsque la concentration en sels à l'intérieur des racines est plus grande que la concentration en sels dans le substrat. Cependant, si l'inverse se présente, l'eau sort des racines et la plante fane (figure 5). Cette situation se présente, par exemple, à la suite d'une fertilisation excessive.

Teneur en O_2 et en CO_2

On sait depuis longtemps que la plante a besoin d'oxygène pour absorber de l'eau . Les dommages causés aux plantes à la suite d'un manque d'oxygène dans le substrat ou d'un substrat inondé (flooding) sont habituellement attribués à la sécheresse causée par une réduction de l'absorption de l'eau (figure 6). Dans un substrat inondé, une augmentation de la teneur en CO_2, lequel est fourni par la respiration des racines, ainsi qu'une diminution de la teneur en O_2 serait la cause d'une augmentation de la résistance à l'entrée d'eau à travers les racines. En effet, une teneur élevée en CO_2 augmente la viscosité du protoplasme des cellules et diminue la perméabilité des racines. On sait également qu'il y a synthèse de cytokinines et de gibberellines (hormones) au niveau des racines; et qu'en l'absence d'oxygène cette synthèse est inhibée. L'absence de ces deux hormones affecte la croissance des parties aériennes.

Disponibilité de l'eau

L'eau disponible pour la plante est comprise entre la capacité au champ (field capacity) et le point de fanage permanent (permanent wilting pourcentage). La capacité au champ se définit comme la quantité d'eau qui demeure dans un sol après que le drainage par gravité soit terminé et le point de fanage permanent est le contenu en eau dans le sol au moment où la plante demeure fanée en permanence à moins que l'on ajoute de l'eau au sol. La nature du substrat influence la quantité d'eau disponible (figure 7). Ainsi, les plantes épuisent plus rapidement l'eau et sont plus susceptibles à la sécheresse dans des sols à texture grossière.

D'autres facteurs tels que l'étendue, la surface et l'âge des racines ainsi que l'espèce interviennent dans l'absorption de l'eau. Cependant, nous ne nous attarderons pas sur ces facteurs.

Absorption des sels minéraux

Tout comme l'eau, les éléments minéraux sont essentiels au fonctionnement de la plante. Ils entrent dans la composition des tissus ou des constituents chimiques tels que le calcium dans les parois cellulaires ou le magnésium dans la molécule de

chlorophylle. Ils servent de catalyseurs à plusieurs réactions chimiques: le fer, le cuivre et le zinc, par exemple, sont requis pour certaines réactions enzymatiques tandis que le manganèse et le magnésium servent quant à eux d'activateurs pour d'autres réactions. Les éléments minéraux jouent également un rôle dans les phénomènes osmotiques et dans la régulation de la perméabilité cellulaire. La zone d'absorption des minéraux se situe entre la pointe de la racine (coiffe) et la zone des poils absorbants (figure 2). L'absorption des sels minéraux essentiels s'effectue par deux mécanismes: l'absorption passive et l'absorption active. L'absorption passive se fait en fonction des gradients de concentration et elle ne requiert pas d'énergie. L'absorption active nécessite de l'énergie , celle-ci provient de la respiration des racines (figure 8). Tout comme l'absorption de l'eau, plusieurs facteurs viennent influencer l'absorption des minéraux soit la température, le pH et la teneur en O2.

Température

Une augmentation de la température entraîne une augmentation dans l'absorption des éléments minéraux. Toutefois, à des températures élevées (> 30°C), on remarque une inhibition de la prise des éléments (figure 9). En effet, les températures élevées causent la dénaturation des enzymes (protéines) responsables du transport actif des éléments minéraux. Les basses températures pour leur part ralentissent les processus d'absorption active (réactions biochimiques) et passive (énergie cinétique des molécules et des ions).

pH (concentration en ions H+)

Le pH influence la prise des éléments minéraux dans un sol minéral parce que les microéléments sont déjà présents dans le milieu (fer, aluminium, etc). Dans ce type de sol, les microéléments deviennent plus disponibles si le pH diminue et moins disponibles si le pH augmente. Dans des substrats à base de composés inorganiques et organiques le peu de microéléments présents sont fortement retenus par les composés et ne deviennent disponibles qu'à la suite de la décomposition du substrat. Ainsi, il semble que dans ce genre de mélange le pH joue un rôle beaucoup moins important que dans les sols minéraux.

Teneur en O2

La phase active de l'absorption minérale est inhibée par l'absence d'oxygène (figure 10). En effet, les composés responsables du transport des éléments ont besoin d'énergie qui provient de la respiration (figure 8).

En résumé, les principaux facteurs qui influencent l'absorption de l'eau et des éléments minéraux sont la température, la concentration en sels du substrat, la teneur en O2 et en CO2 et le pH.

Emmagasinage des réserves

Pour un bon fonctionnement des plantes, il doit exister un équilibre entre la surface de la partie aérienne et celle de la partie racinaire. La partie aérienne a besoin de l'eau et des sels minéraux puisés par les racines pour photosynthétiser adéquatement. Par ailleurs, les racines ne peuvent croître ou respirer sans l'apport des sucres fabriqués au niveau du feuillage. Puisqu'en période de croissance, le feuillage produit plus de sucres que la plante en utilise, ces derniers peuvent être transformés en amidon dans les feuilles ou bien les sucres sont transportés au niveau des racines. Les racines servent alors de lieu d'emmagasinage. A l'automnne, les racines servent de réserves aux sucres (sucre et amidon). Une certaine quantité de ces réserves sera utilisée pour la respiration durant l'hiver et le reste demeure dans les racines jusqu'au printemps suivant où elles constituent la réserve pour le départ de la végétation. Ainsi, si au cours de l'hiver il se produit une destruction d'une partie du système racinaire, il y aura perte de réserves et retard dans la reprise de la végétation.

Lieu de synthèse

L'importance des racines comme lieu de synthèse est appréciable. Des composés inorganiques azotés sont convertis en composés organiques dans les racines de plusieurs espèces de plantes avant d'être transloqués vers la tige. La synthèse des cytokinines se fait dans les racines et elles sont transportées par la suite vers la partie aérienne. Les racines synthétisent également une certaine quantité de gibberellines et d'acide abscissique. Il semble que la réduction de la croissance de la partie aérienne observée à la suite de conditions défavorables telles que le stress hydrique, les basses températures ou un mauvais drainage soit causée en partie par une réduction dans la synthèse des cytokinines et des gibberellines dans ces conditions.

Voie de conduction de l'eau, des sels minéraux et des produits de la photosynthèse

Les racines servent au transport de l'eau et des sels minéraux vers le feuillage et servent également de voies de transport pour les sucres qui se dirigent vers les racines.

CONDITIONS PARTICULIERES DES RACINES DANS UN CONTENANT

Dans la nature les plantes ont généralement à leur disposition un grand volume de sol. Elles ont par conséquent accès aux éléments minéraux, à l'eau et à l'oxygène disponibles dans ce substrat et les racines peuvent se développer et s'étendre pour puiser plus loin ce qui leur est nécessaire. Par ailleurs, les racines des plantes sont protégées par le sol. Dans un contenant, les racines sont limitées dans leur développement et la quantité de substrat auquel elles ont accès est limitée. Il faut donc apporter à la plante tout ce dont elle a besoin et ce de façon régulière parce que la quantité d'éléments et d'eau que peut contenir ce volume de substrat est faible. Dans la nature, la plante se développe si le sol lui fournit l'oxygène, l'eau, les éléments minéraux et le support et des conditions de température favorables à leur fonctionnement et développement. Dans le contenant, elle devra retrouver tous ces facteurs pour y vivre harmonieusement. Dans un contenant, on retrouve beaucoup de racines confinées à un volume très restreint de substrat. Les racines requiert de l'oxygène et dégagent du CO2. Par ailleurs, dans un substrat organique, on retrouve beaucoup de microorganismes qui demandent également de l'oxygène et qui produisent du CO2. Ainsi dans un contenant, on se retrouve dans une situation de compétition pour l'oxygène et dans un milieu où il peut y avoir beaucoup de CO2.

Oxygène

Dans la nature, la plante qui manque d'oxygène pour le bon fonctionnement de ces racines ne peut survivre; l'oxygène est essentiel pour l'absorption des minéraux qui requiert de l'énergie fournit par le processus de la respiration. Dans les contenants, dû à l'emploi de substrat artificiel, il devient parfois difficile pour la plante de se procurer de l'oxygène parce les microorganismes présents dans le substrat en utilisent, eux aussi, une grande quantité pour décomposer la matière organique. Dans la nature, la quantité de matière organique est de 2 à 4% tandis que dans le contenant elle peut varier de 50% à 100%. Les microorganismes utilisent l'oxygène et dégagent du CO2; des niveaux élévés de CO2 perturbent le bon fonctionnement des racines. Les microorganismes et les racines compétionnent alors pour l'oxygène et sans O2 il n'y a pas de respiration, pas d'énergie et pas d'absorption de minéraux. Dans un contenant, il faut donc que le CO2 soit évacué et que l'oxygène puisse y pénétrer pour que les racines fonctionnent adéquatement. Il faut qu'à chaque arrosage, l'eau en se drainant libère le CO2 et que le vide ainsi créé vienne être comblé par l'oxygène. Ce qui nous amène à réaliser que le drainage du substrat est de première importance dans la culture en contenants. Un excès d'eau empêche le CO2 de se libérer, prive les racines d'oxygène et les asphyxie. Par ailleurs, si le substrat se draine trop rapidement, on se retrouve en stress de sécheresse: l'oxygène est présent

mais il manque l'eau, autre élément important pour la survie de la plante.

Eau

L'eau est essentielle au fonctionnement de la plante et aucune plante ne pourrait survivre sans elle, beaucoup de processus métaboliques étant alors irrémédiablement affectés. Qu'il suffise de mentionner la nécessité de l'eau pour les processus de photosynthèse, d'absorption minérale, ouverture des stomates pour en comprendre toute l'importance. En nature, les racines ont accès à une grande quantité d'eau mais dans la culture en contenant, la quantité de substrat étant faible la quantité d'eau que le substrat peut retenir sera aussi faible. Il faudra apporter de l'eau régulièrement mais un apport d'eau en excès peut lessiver les sels minéraux.

Sels minéraux

Seize éléments minéraux sont esentiels à la croissance de la plante. Dans la nature, la plante étend ses racines bien au-delà de la limite de son feuillage pour puiser les éléments minéraux qui lui sont nécessaires. Dans un contenant, le volume de substrat auquel la plante à accès est très limité et il faudra lui apporter les éléments minéraux nécessaires à son bon fonctionnement. L'apport de fertilisation en excès risque toutefois d'être plus néfaste qu'utile puisque si la concentration en sels dans le substrat devient trop élevée l'eau quittera les racines conduisant à un stress hydrique. Par contre, un manque d'éléments minéraux essentiels prive la plante d'un constituant essentiel qui conduit à un arrêt de croissance.

pH

Avec les substrats synthétiques et organiques utilisés dans la culture en contenants, l'absorption des éléments minéraux est moins influencé par le pH qu'en sol minéral. Entre un pH de 4 et 7, on a démontré que l'absorption des éléments minéraux se fait sans problème à l'exception des substrats où l'on retrouve des concentrations élevées en ions Ca, Mg, Na et bicarbonates

Température

Dans la culture de pleine terre, les racines sont protégées des extrêmes de températures. Par contre, dans les contenants de bordure, les racines sont exposées en été, même dans nos régions,

à des températures très élevées. En automne, en hiver et au printemps, par contre, la température du substrat peut s'abaisser jusqu'aux températures létales des racines.

En résumé, pour un bon fonctionnement du système racinaire, plusieurs points sont à surveiller

(a) Irrigation excessive
    manque O2
(b) Manque d'irrigation
    manque d'eau
    teneur élevée en sels
    teneur élevée en CO2
(c) Fertilisation excessive
    teneur élevée en sels
    réduction de l'absorption de l'eau
(d) Manque de fertilisation
    manque en éléments minéraux
(e) Température basse
    réduit l'absorption de l'eau et des éléments minéraux
    gel des racines
    pertes des réserves
(f) Température élevée
    diminue l'absorption des minéraux et de l'eau
(g) Substrat lourd
    manque O2
(h) Substrat très poreux
    manque d'eau

Ainsi, les notions de fonctionnement des racines nous permettent de constater toute l'importance que revêt, dans la culture en contenants, le choix du contenant, la composition du substrat, la fréquence des fertilisations, la qualité de l'eau d'arrosage et l'intensité de l'irrigation.

CONCLUSION

Nous avons passé en revue le fonctionnement des racines et examiné les différents facteurs qui pouvaient perturber le fonctionnement des racines de plantes croissant en contenants. Plusieurs facteurs influencent la physiologie des racines et ces facteurs deviennent particulièrement importants lorsque les racines sont dans des conditions inhabituelles. Ainsi les méthodes culturales utilisées dans la culture en contenants doivent être basées sur la compréhension de la physiologie des plantes. Tout facteur peut devenir limitant et ainsi perturber la croissance des plantes. Les producteurs doivent donc posséder un haut niveau de connaissances et de technicité pour retirer le maximum de possibilités qu'offre ce genre de culture.

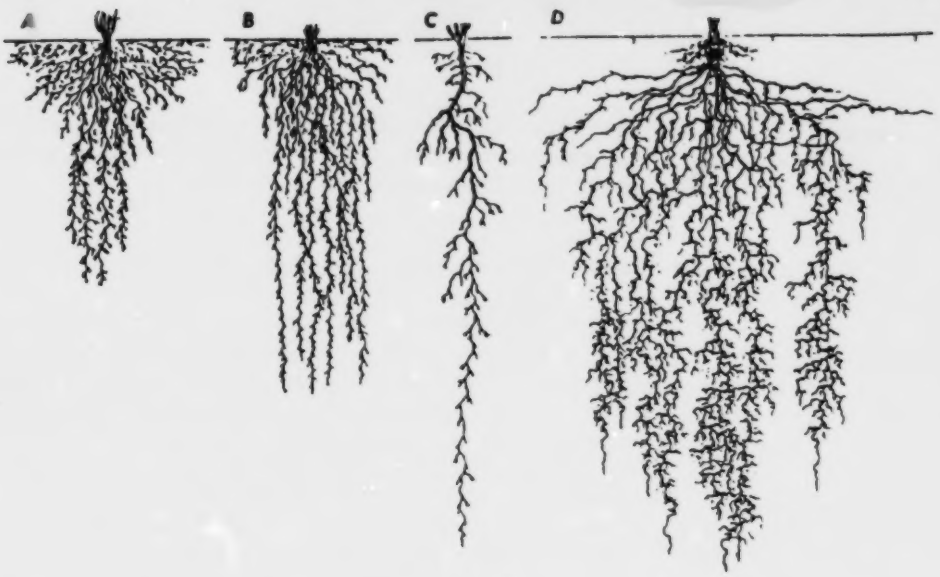


Figure 1. Différents types de systèmes racinaires.

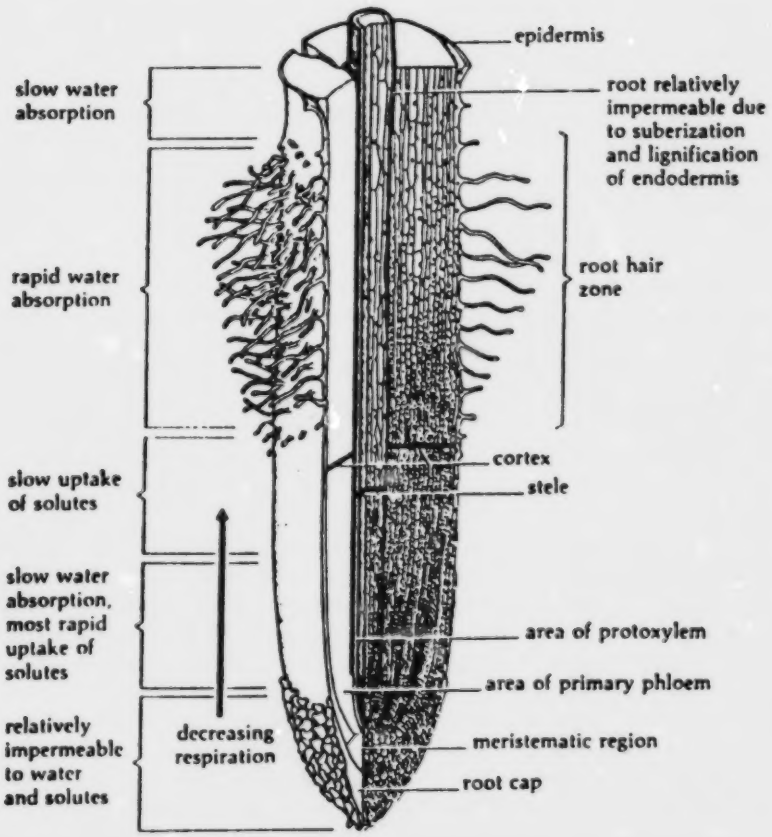


Figure 2. Surface racinaire consacrée à l'absorption de l'eau et des sels minéraux.

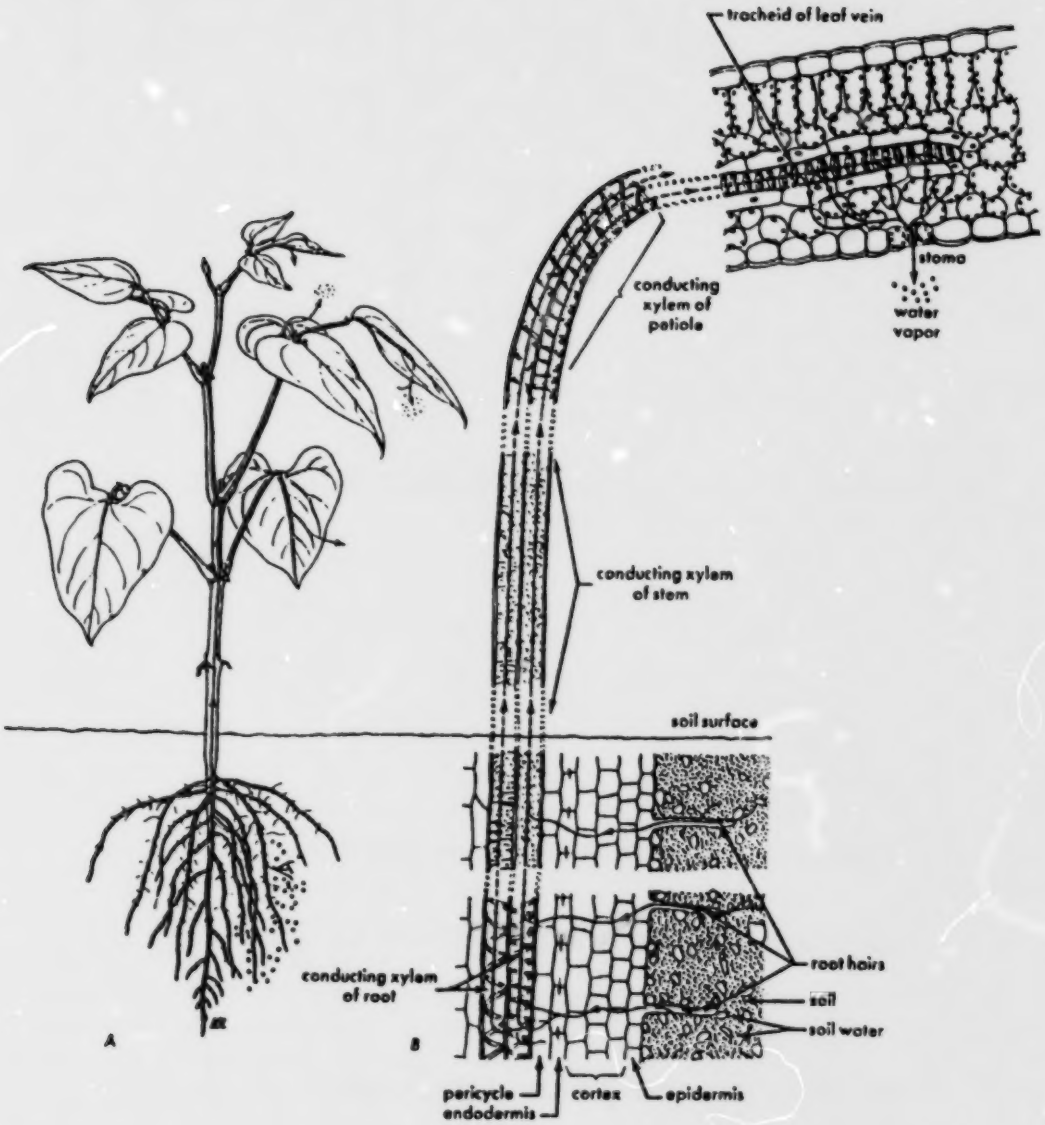


Figure 3. Mouvement de l'eau dans un plant de haricot.

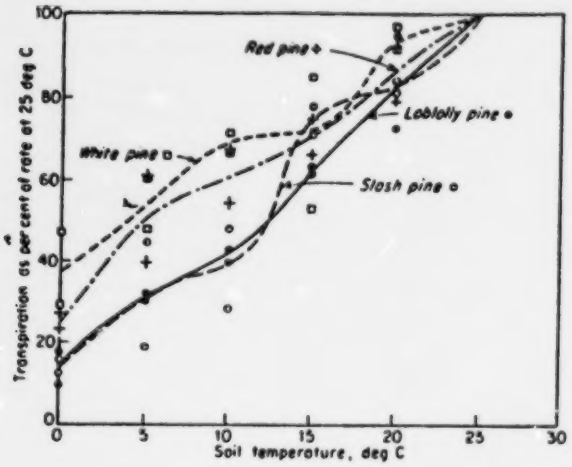


Figure 4. Influence des basses températures sur l'absorption de l'eau pour quatre espèces de pin.

ABSORPTION DE L'EAU: CONCENTRATION EN SELS DU SUBSTRAT

CONCENTRATION EN SELS DANS LA RACINE > DANS LE SUBSTRAT

L'EAU SE DIRIGE DANS LA RACINE

CONCENTRATION EN SELS DANS LE SUBSTRAT > DANS LA RACINE

L'EAU SE DIRIGE VERS LE SUBSTRAT

Figure 5. Mouvement de l'eau dans des conditions de sol différentes.

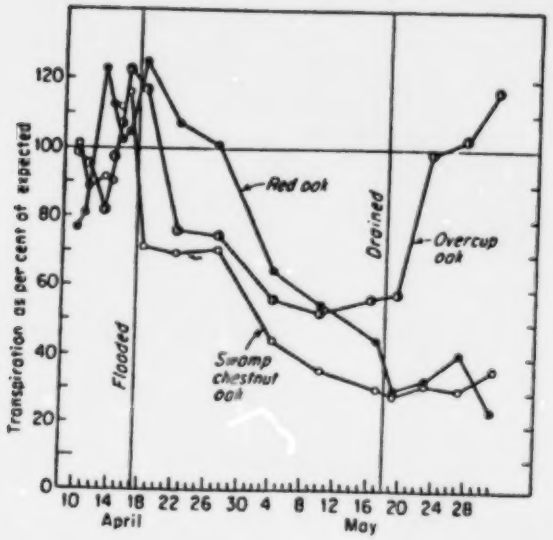


Figure 6. Influence d'une sol inondé sur l'absorption de l'eau.

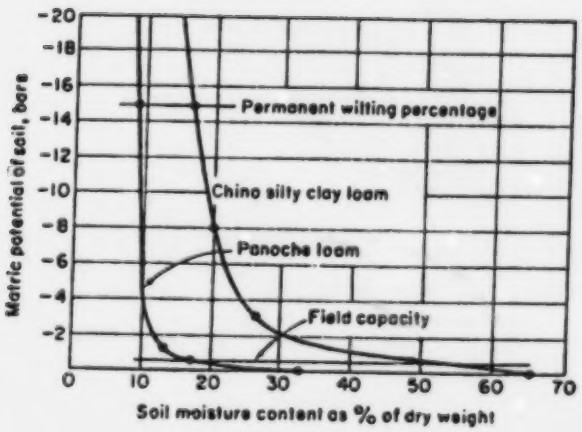


Figure 7. Disponibilité de l'eau dans deux sols.

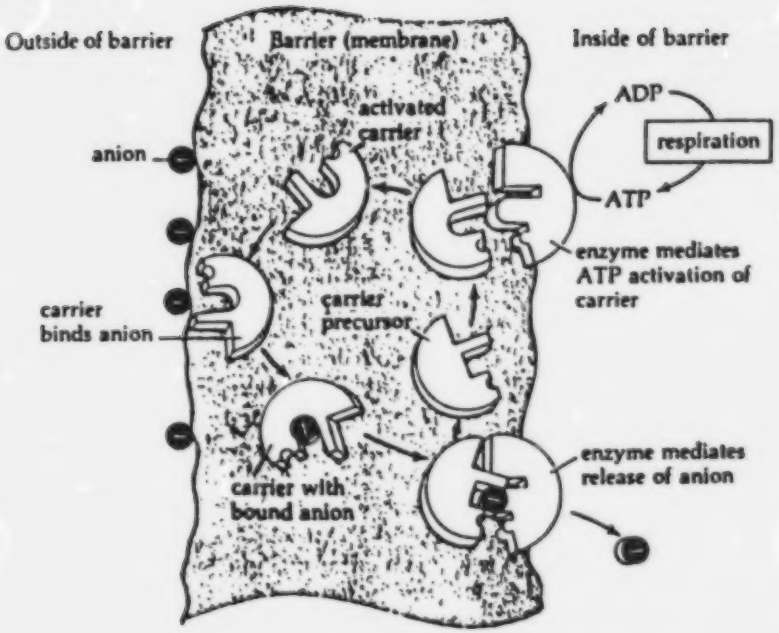


Figure 8. Modèle simplifié du transport actif d'un ion négatif.

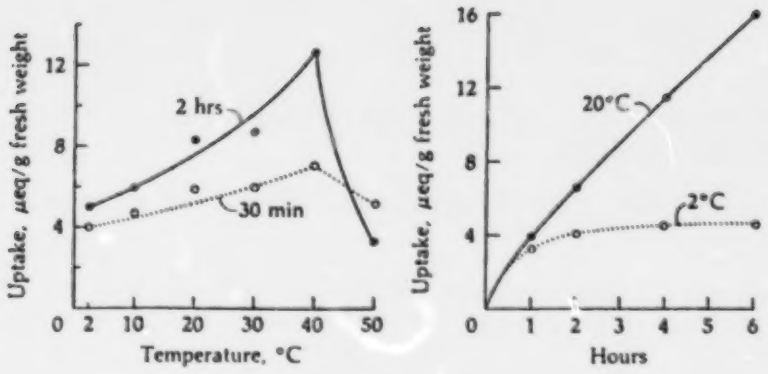


Figure 9. Influence de la température sur l'absorption du potassium.

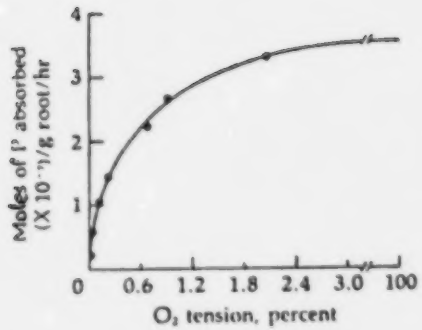


Figure 10. Influence de la teneur en O_2 sur l'absorption des phosphates.

REFERENCES

DEVLIN, R.M. et F.H. Witham. 1983. Plant Physiology. PWS Publishers, Boston. 577 pp.

KRAMER, P.J. et T.T. Kozlowski. 1979. Physiology of Woody Plants. Academic Press, N.Y. 811 pp.

WEIER, T.E., C.R. Stocking, M.G. Barbour et T.L. Rost. 1982. Botany An Introduction to Plant Biology. John Wiley & Sons, N.Y. 720 pp.

WHITCOMB, C.E. 1984. Plant Production en Containers. Lacebark Publications, Stillwater, Oklahoma. 638 pp.

EDMONDS, J. 1980. Container Plant Manual. Grower Books, London. 172 pp.

SUBSTRATS POUR LA CULTURE EN CONTENANTS

Conférence présentée

au

Colloque sur l'horticulture ornementale

Les 28 et 29 septembre 1988

par

Denis Potvin

Centre de recherche PREMIER

SUBSTRATS POUR LA CULTURE EN CONTENANTS

PAR

Denis Potvin, agr., Centre de recherche PREMIER

Conférence présentée le 28 septembre 1988 à Québec dans le cadre d'un colloque sur l'horticulture ornementale.

Les substrats de culture doivent être considérés avant tout comme un support solide pour la plante permettant l'ancrage des racines. Dans la mesure où il permet le développement normal du système racinaire, tout matériau solide organique ou minéral peut en théorie remplir ce rôle. De plus, les substrats doivent permettent les échanges gazeux, emmagasiner l'eau utile et fournir les éléments nutritifs aux plantes. L'aptitude des substrats à remplir ces rôles variera selon leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques.

Au-delà des exigences de la plante, d'autres facteurs d'ordre économique et pratique doivent cependant être pris en considération pour orienter le choix du substrat ou des matériaux à utiliser.

Caractéristiques du substrat

La mise au point d'un substrat de culture doit se faire en regard des divers besoins des végétaux et se traduit par l'optimisation des propriétés physiques, chimiques et biologiques du substrat.

TABLEAU 1 : Ensemble des caractéristiques du substrat à considérer.

Caractéristiques	
- chimiques	Capacité d'échange cationique pH Disponibilité des fertilisants Salinité Métaux lourds Nature du carbone (cellulose, etc.) Taux de décomposition (C/N) Toxicité (phénols, tannins, etc.) Matière organique

- physiques
  - Densité apparente (poids)
  - Taille des particules
  - Porosité (aération-drainage)
  - Rétention en eau (irrigation)
  - Rétraction
  - Capacité d'humectation
  - Stabilité structurale

- biologiques
  - Pathogènes
  - Organismes décomposeurs
  - Oeufs, larves, nématodes

Considérations pratiques

En pratique, la croissance des plantes sera possible pour une large gamme de substrats aux caractéristiques variables en autant que ces derniers soient compatibles avec le développement racinaire. L'important pour le producteur réside dans l'obtention de résultats satisfaisants, à un coût qui ne menace pas la viabilité économique de son entreprise. En conséquence, le choix du substrat ou des matériaux de base s'effectuera également sur des critères économiques, pratiques ou autres.

TABLEAU 2: Ensemble des facteurs pratiques à considérer pour le choix des substrats.

Facteurs économiques

- Coût du substrat/ rendements
- Coût du transport

Autres facteurs

- Reproductibilité
- Uniformité
- Réhumectation
- Indésirables
- Considérations environnementales
- Apparence

Facteurs de production

Espèces des végétaux
Grosseur de contenants
Epaisseur du contenant
Système d'irrigation
Conditions climatiques

En pratique, il est rare que l'emploi d'un unique matériau procure à lui seul les critères d'un substrat de culture acceptable à tous points de vue. Pour satisfaire l'ensemble des exigences inhérentes à la production en contenants, on a recourt habituellement à l'utilisation de plusieurs matériaux.

Même avec l'emploi de divers matériaux, il s'avère difficile de maximiser toutes les propriétés d'un substrat en raison des nombreuses interactions existantes entre les facteurs. Il importe donc de trouver un compromis satisfaisant pour les facteurs suivants:

Rétention en eau
Rétention des éléments
Stabilité structurale
Poids du mélange
Rendements
Drainage
Accumulation de sels
Matière organique
Manipulation
Coûts

La fabrication de substrats constitue donc un exercice délicat qui permet, par l'emploi de divers matériaux, de satisfaire l'ensemble des facteurs énumérés ci-haut. Les combinaisons gagnantes peuvent être nombreuses car le substrat "idéal" sera celui qui, pour un contexte donné, donnera entière satisfaction.

MATERIAUX DE BASE

Au Québec, les matériaux couramment employés pour la culture en pépinière sont:

Tourbe de sphaigne
Ecorces
Sciures de bois
Sable
Composts
Polystyrène

Avant de songer à fabriquer son propre substrat, il importe de bien connaître les caractéristiques et les rôles de chacun de ces matériaux.

TOURBE

La tourbe est défini comme un matériau non-consolidé constitué principalement de résidus organiques accumulés. Sous des conditions d'humidité excessive et d'anaérobie, l'accumulation de débris de plantes est le résultat d'une décomposition très lente.

En fonction des plantes et du degré d'humification des tourbes, les propriétés notamment physiques et chimiques sont très variables. Il est possible de mettre à profit les divers types de tourbes pour la confection de substrats mais cette tâche nécessite de bonnes connaissances techniques tant au niveau des substrats que de la tourbe. Les proportions de tourbe à utiliser dans le mélange seront fonction de deux facteurs: le type de tourbe et le niveau d'humification. En général, plus la tourbe sera poreuse et fibreuse, plus la proportion dans le mélange pourra être élevée.

Type de tourbe

Au Québec, on distingue deux grands types de tourbes soit la tourbe de sphaignes du genre Sphagnum provenant notamment des tourbières ombrotrophes (bog) et la tourbe d'herbacées provenant des tourbières minérotrophes (fen) et composée de cypéracées comme les carex et les scirpes, de graminées comme les phragmites et les roseaux et autres herbacées comme les joncs et les hypnes.

La sphaigne, de par la structure de ses feuilles, a la propriété de retenir plus d'eau que les tourbes d'herbacées. Selon son niveau de décomposition, elle retiendra de 8 à 20 fois son poids sec en eau (3). De plus, la sphaigne possède un fort pouvoir tampon limitant ainsi les fortes variations de pH et de sels dans le substrat. La tourbe de sphaigne constitue donc un matériau de choix pour la confection de substrat de culture et il serait difficile de s'en passer totalement. La plupart des autres matériaux organiques sont, pour des raisons souvent économiques, considérés comme des substituts.

TABLEAU 3: Caractéristiques générales de la tourbe de sphaigne.

Grande capacité de rétention en eau
Pouvoir tampon élevé (pH et sels)
CEC élevée

Matériel léger et fibreux
Absence de mauvaises herbes et de parasites
Sans besoin de pasteurisation

Niveau d'humification

Dans une tourbière, la tourbe se retrouve à des niveaux d'humification plus ou moins avancés en fonction habituellement de sa localisation dans le profil. En fonction du degré de décomposition, on parlera de tourbe blonde, tourbe brune et tourbe noire. Le degré de décomposition ou d'humification est généralement évalué selon l'échelle Von Post qui comprend 10 niveaux que l'on associe aux tourbes de la façon suivante:

H1 - H3 : Tourbe blonde (horticole)

H4 - H6 : Tourbe brune

H7 - H10 : Tourbe noire (combustible)

En s'humifiant, les fibres de la tourbe s'altèrent et on note les changements suivants :

La porosité totale d'une tourbe blonde varie entre 90 et 95% alors qu'elle n'est que de 40% pour une tourbe noire très décomposée (2).

La capacité de rétention en eau diminue avec l'humification. Elle varie de 8 à 20 fois pour la tourbe blonde et de 4 à 5 fois pour la tourbe noire.

La densité apparente augmente.

Le pH augmente.

La capacité d'échange cationique augmente de 100 à 150 méq/100g pour la tourbe blonde à 50 à 250 méq/100g pour la tourbe noire (2).

La facilité de réhumectation diminue.

Les tourbes très décomposées ont une couleur noire, une texture fine et une faible porosité. Pour ces raisons, on doit les utiliser avec prudence pour la confection de substrats.

COMPOSTS

Les composts peuvent s'utiliser en mélange avec d'autres matériaux pour la confection de substrats. La qualité des composts sera fonction des principaux critères suivants:

Qualité des matériaux de base
Degré de maturité
Homogénéité
Méthode de fabrication

Le compostage permet d'utiliser des matières organiques dont l'emploi à l'état frais est limité en raison de:

Odeurs nauséabondes
Présence de pathogènes
Présence de parasites
Rapport C/N trop élevé
Présence de substances phytotoxiques
Concentration trop importante d'ammoniaque

En horticulture, l'intérêt des composts comme constituant de substrats réside dans:

Matières organiques stabilisées
Résidus hygiénisés (pathogènes, mauvaises herbes)
Eléments nutritifs variés
Action fertilisante de long terme

Les composts peuvent être fabriqués à partir de divers matériaux organiques que l'on utilisé en mélange dans des proportions variables. En conséquence, la qualité agronomique des composts (caractéristiques physiques et chimiques) est très variable d'un produit à l'autre.

En général, les composts ne s'emploient pas à l'état pur et on les utilise dans des proportions variant entre 20 et 50% en volume dans les substrats.

RESIDUS CELLULO-LIGNEUX: Ecorces et sciures de bois

En raison de leur faible coût d'acquisition et de leur présence abondante, les écorces et les sciures de bois ont fait l'objet de nombreuses recherches comme constituants de substrats. Ces matériaux sont habituellement envisagés comme des produits de substitution à la tourbe et peuvent s'employer à l'état frais (avec précaution) ou après une stabilisation par compostage.

Les inconvénients potentiels reliés à l'emploi de résidus frais pour la confection de substrats se résument de la façon suivante:

-Transformation permanente de la matière organique

Affaissement de la structure
Perte de volume
Diminution de la porosité
Variation de pH

Immobilisation d'azote minérale
Libération de CO_2
Compétition pour l'O_2
Libération de phytotoxines

-Composition et contenu des matériaux

Présence de pathogènes
Présence de parasites
Toxicité en éléments nutritifs
Présence de composés phénoliques
Inhibiteurs de croissance

Phytotoxicité

Certains bois, de par leur nature biochimique, contiennent des composés phytotoxiques qui inhibent la croissance des plantes. On pense par exemple à la toxicité du noyer, du cèdre et du peuplier (5,7). Le bois fragmenté de l'aulne rugueux induit de fortes inhibitions lorsqu'il est appliqué frais au sol (8). Il en est de même avec le bouleau jaune (merisier).

Immobilisation de l'azote

Riches en carbone organique, les résidus ligneux se décomposent en permanence sous l'action des microorganismes du sol. Ces derniers utilisent le carbone et l'azote dans une proportion d'environ 30:1 pour transformer les divers composés carbonés (cellulose, hémicellulose, sucres, etc.). Ainsi, l'emploi de matériaux riches en carbone facilement dégradables dans les substrats occasionne inévitablement des immobilisations plus ou moins sévères d'azote.

Les bois ne se décompose pas tous à la même vitesse certains étant particulièrement résistants à l'attaque des microorganismes. On pense par exemple au cèdre et au pin. La dégradabilité des espèces a déjà été classée par WITTICH, 1959:

Dégradable — Difficilement dégradable

Frêne> Erable> Chêne> Bouleau> Hêtre> Sapin> Epicea> Pin> Mélèze

Utilisés en mélange à l'état frais dans les substrats, les matériaux carbonés peuvent entraîner chez la plante des symptômes identiques à ceux d'une carence en azote. En réalité, l'azote qui est présent dans le substrat est utilisé plus rapidement par les microorganismes décomposeurs au détriment de la plante.

Pour remédier à cette immobilisation d'azote, deux solutions sont envisageables à savoir l'addition supplémentaire d'azote en cours de culture ou la stabilisation par compostage.

En plus de stabiliser la matière organique, le compostage avec phase thermophile permet d'éliminer la présence de graines de mauvaises herbes, de parasites et de pathogènes.

TABLEAU 4: Avantage du compostage des matériaux cellulo-ligneux

Stabilisation de la matière organique
Elimination des graines de mauvaises herbes
Elimination des parasites
Réduction des pathogènes
Transformation des substances phytotoxiques
Homogénéisation

L'addition d'azote minérale ou organique quant à elle, permet de s'assurer que la plante a suffisamment d'azote pour ne pas ralentir sa croissance.

Il importe de déterminer si l'emploi de résidus cellulo-ligneux que l'on doit stabiliser par compostage ou enrichir en azote, est économiquement intéressant en comparaison avec l'emploi de la tourbe. La réponse passe par l'analyse du contexte local et sera fonction de:

- disponibilité des matériaux
- coûts d'achat
- coûts de transport
- valeur des matériaux (phytotoxicité)
- expertise disponible (connaissances et temps)
- autres...

ECORCES

Les écorces proviennent principalement de l'industrie de transformation du bois (scieries et papeteries). Elles constituent un matériau qui peut s'utiliser pour la confection de substrats. Aux Etats-Unis par exemple, l'utilisation d'écorces de pin maritime dans les substrats est largement répandue depuis le début des années '70 en raison de sa grande disponibilité. Il est possible d'employer l'écorce fraîche dans un substrat mais il faut prendre soin d'augmenter la fertilisation azotée de 30 à 40% afin de prévenir l'immobilisation d'azote (2).

Cependant, l'emploi d'écorces fraîches se heurte à certains problèmes potentiels:

Rapport C/N élevé
Substances phytotoxiques (polyphénols,terpènes)
Substances bactériostatiques (tannins)
Présence de parasites (oeufs, larves, champignons)

Débalancement en éléments nutritifs (Mn et Zn)
Fixations irréversibles (Ca et Fe)

Pour éliminer ces problèmes, il est préférable de stabiliser les écorces par compostage. Plus précisément, les écorces de bois mous devraient subir un pré-compostage alors que les écorces de bois durs devraient être compostées plus longtemps.

Le compostage permet donc de réduire les besoin en azote au cours de la période de croissance, assure une hygiénisation du substrat et diminue les problème de subsidence (affaissement) en cours de culture. Après compostage, l'écorce est plus stable bien que son évolution soit inévitable.

On n'insistera jamais assez sur l'importance de la grosseur des particules qui affecte les caractéristiques physiques du substrat. Plus les particules seront petites, plus la rétention en eau sera grande, plus l'aération sera réduite et plus les particules seront décomposées rapidement. La grosseur recherchée variera entre 2 et 2,5 cm (1).

SCIURES DE BOIS

Certaines sciures de bois constituent un matériau acceptable pour la confection de substrats. Les sciures sont légères, faciles à manipuler et économiques à l'achat. La composition des sciures varie selon les essences. Les sciures de résineux peuvent s'utiliser à l'état frais dans des proportions inférieures à 25% en volume afin de ne pas trop réduire la stabilité structurale du mélange.

Pour éviter les problèmes reliés à l'immobilisation de l'azote causée par un rapport C/N très élevé, il est nettement préférable de composter les sciures de bois.

Selon les espèces de bois, certaines sciures nécessiteront des temps de compostage variables (de 6 à 18 mois). En général, la sciure des bois durs feuillus (érable, chêne, noyer) se décompose moins rapidement que celle des bois mous feuillus (tremble, peuplier, etc.) en raison de leur densité plus élevée. Les sciures de bois mous résineux contiennent des résines et des huiles essentielles, ce qui retarde la décomposition. En pratique on note que les bois durs feuillus se décomposent plus rapidement que les sciures de bois mous résineux.

TABLEAU 5: Caractéristiques générales des sciures fraîches.

- Faible densité apparente
- Faible coût d'achat
- Manipulation facile

- Rapport C/N élevé (150-500)
- Hétérogénéité (grosseur des particules et essences)
- Substances phytotoxiques
- Durabilité limitée

SABLE

Habituellement utilisé pour augmenter le poids ou la porosité du substrat, les sables sont de nature et de texture très variables. La grosseur des particules recherchée variera idéalement entre 2 et 3 mm (1), ce qui correspondrait à du gravier. Selon la classification canadienne des sols, les sables ont des particules dont le diamètre varie entre 0,05 et 2,0 mm. Les sables de particules inférieures à 0,5 mm (< sable grossier) sont très asphyxiants mais ont une bonne rétention en eau (2).

Il importe avant tout de rechercher des sables dont la grosseur des particules est constante. Un sable contenant plusieurs grosseurs de particules peut entraîner de la compaction dans le substrat. Idéalement, le sable employé devrait être lavé ce qui permet d'éliminer la fraction très fine ainsi que les oeufs, les larves et les graines de mauvaises herbes. Les sables aux grains ronds et aux arêtes émoussées sont particulièrement recherchés pour la confection de substrats.

PERLITE ET VERMICULITE

La perlite et la vermiculite sont deux minéraux que l'on utilise, à l'état expansé, pour la confection de substrats. Ils sont très légers, stériles et participent à l'aération des substrats. Contrairement à la perlite, la vermiculite n'est pas abrasive, retient une certaine quantité d'eau et d'éléments nutritifs. La vermiculite expansée contient également des quantités non-négligeables de potassium et de magnésium. Elle est de plus compressible et fragile ce qui en fait un matériau susceptible de perdre sa structure et de réduire, par le fait même, la porosité du mélange.

Ils sont largement employés pour la propagation des végétaux mais, compte-tenu de leur coût, on peut s'interroger sur la pertinence de les employer pour la confection de substrats destinés à la culture en contenants.

PARTICULES DE POLYSTYRENE (STYROFOAM)

Les billes de polystyrène sont utilisées en mélange pour la confection de substrats et constituent un produit de remplacement de la perlite en raison de leur faible coût. L'absence de poussière constitue un argument favorable à leur emploi. On les utilise pour diminuer le poids du substrat et augmenter l'aération. Les boules de polystyrènes ont l'inconvénient de ne pas être bio-dégradables et peuvent constituer en ce sens une forme de pollution.

BOUES DE STATION D'EPURATION COMPOSTEES

Avec le programme gouvernemental d'assainissement des eaux usées, le Québec produira d'ici quelques années de grandes quantités de boues provenant des stations d'épuration des eaux usées. Environ 30% du volume total des boues produites pourra être valorisé en agriculture (6).

En horticulture ornementale, il n'y a pas de risque de transmission de substances indésirables dans la chaîne alimentaire humaine. Pour cette raison, les boues compostées pourraient, à certaines conditions, être avantageusement utilisées comme source de matière organique et de fertilisants dans les substrat pour

pépinières.

Les problèmes potentiels inhérents à l'emploi des boues concernent notamment:

- Présence de métaux lourds
- Présence d'organismes pathogènes
- Présence de composés toxiques (BPC...)

En horticulture, l'emploi de ces boues compostées offre un certain potentiel pour la confection de substrats en autant que soient respectés certains critères concernant la qualité agronomique et l'innocuité du compost. Une attention particulière devra être portée sur la présence des métaux lourds, des pathogènes et de certains produits phytotoxiques. Le coût des boues compostées devraient jouer en faveur de leur emploi en horticulture ornementale.

CONCLUSION

Le mélange "parfait" n'existe que pour des conditions de production et autres considérations particulières à chaque entreprise. Les coûts du substrat doivent être considérés en fonction des rendements obtenus.

La fabrication d'un mélange maison pourra être intéressante dans la mesure où il y a possibilité de réaliser des économies financières importantes par rapport aux substrats commerciaux. En contrepartie, il faudra apporter une attention particulière aux aspects suivants:

Posséder de bonnes connaissances sur les contraintes d'utilisation des matériaux

Eviter de créer des conditions indésirables pour la croissance des végétaux

Identifier les contraintes de fabrication (espace, temps, essais, etc.)

Assurer l'homogénéité du substrat

Avant d'utiliser pour la première fois un nouveau mélange maison, il est toujours préférable de conduire d'abord à une échelle réduite, des essais de croissance sur plusieurs types de végétaux.

REFERENCES

1 WHITCOMB, Carl, E. 1984. Plant production in containers. Lacebark Publications, Rt. 5, Box 174, Stillwater, Oklahoma, 74078, 638 pp.

2 Blanc, D. 1985. Les cultures hors sol. Les atp de l'INRA, No.2, Paris, 409 pp.

3 Bélanger, A. et coll. 1987. La tourbe, une ressource d'avenir. Centre québécois de valorisation de la biomasse, 125 pp.

4 Gautreau-Daigle, H. et Daigle, J-Y., 1985. Glossaire français-anglais de termes reliés à la tourbe et aux tourbières. In: Symposium 85, Rivière-du-Loup, Qc. p. 422-432.

5 Mustin, M. 1987. Le compost. Paris, 954 pp.

6 Saint-Yves, A. 1986. La valorisation agricole de résidus organiques. In: Colloque sur l'amendements des sols, perspectives d'avenir, St-Hyacinthe, p. 85-109.

7 Roche Environnement, 1984. Amélioration et démonstration du procédé de compostage du lisier de porcs, 214pp.

8 Lemieux, G. et coll. 1987. Actes du colloque restreint sur les bois raméaux. Université Laval, Québec, 55 pp.

MULTIPLICATION DES JEUNES PLANTS/ DERNIERS DÉVELOPPEMENTS

Conférence présentée

au

Colloque sur l'horticulture ornementale

Les 28 et 29 septembre 1988

par

Claude Richer-Leclerc

Agriculture Canada

INTRODUCTION

La propagation en horticulture ornementale directement dans les contenants, est chose assez restreinte au Québec et l'expérience limitée que nous en avons nous oblige à nous tenir au courant de toutes les nouveautés qui touchent, de près ou de loin, à cette technologie.

Pour les besoins de la conférence d'aujourd,hui, j'ai fait un petit tour d'horizon, qui mentionne et explique les nouvelles techniques en multiplication. J'ai divisé la présentation en quatre sections, débutant par un inventaire des types de contenants utilisés en multiplication.

SECTION 1 Types de contenants utilisés en multiplication

SECTION 2 La bouturathèque

SECTION 3 Humidifan

SECTION 4 Fog system

J'espère que cela répondra à quelques unes de vos questions et, au cours des mois qui viennent, je tenterai de compléter ce document et d'étoffer les points qui n'y sont pas mentionnés.

SECTION 1: TYPES DE CONTENANTS EN MULTIPLICATION

La propagation en multi-cellules est une technique très nouvelle surtout en ce qui concerne les plantes ornementales. Elle est utilisée pour les fleurs, mais bien peu de pépiniéristes travaillent avec cette technique. Les multi-cellules sont depuis quelques années le contenant choisi par le Ministère de l'Energie et des Ressources pour produire les plantules pour le reboisement. De plus, le végétal utilisé est à 95% des résineux. L'expérience de feuillus dans ce type de contenants est très aléatoire et se résume à l'expérience personnelle de quelques individus et des rapports produits de l'étranger.

Pour le semis, la culture en multi-cellules consiste à faire germer une graine dans un petit compartiment, lui-même partie intégrante d'un cabaret pouvant contenir entre 50 et 648 compartiments.

La différence principale entre ce type de culture et la culture traditionnelle, c'est que chaque plantule vit dans sa propre cellule indépendante et n'entre pas en compétition avec les autres plantules dans son approvisionnement en eau, en lumière ou en nutriments. Chacune est cloisonnée et n'a aucun lien avec les autres. Cela lui permet de grandir plus rapidement et d'être plus vigoureuse.

Selon Louis Thauvette technicien chez W.R. Grace et Co., l'important c'est la formation des racines. La méthode a pour objectif principal de maximiser le développement du système radiculaire de la plantule, ce qui assure sa croissance et sa vigueur. Il faut donc tout mettre en oeuvre pour favoriser la pousse des racines et les conditions pour se faire sont:

1- une serre haute, bien aérée et ventilée

2- des tables parfaitement de niveau

3- un système de chauffage sous tables

4- un semoir de précision électronique

5- un excellent système d'irrigation

6- des cabarets de multi-cellules

Cette méthode engendre beaucoup de coûts car il faut le semoir électronique et les cellules. Toutefois selon des personnes qui travaillent de cette façon cela en vaut la chandelle. Il faut, toutefois, prendre le temps de bien maîtriser la technique pour juger de la rentabilité.

Au Québec, c'est plutôt la culture maraîchère qui utilise cette technique et quelques producteurs de fleurs.

La minutie est de rigueur, comme toute technique de précision.
On doit conserver la température à 24C°

controler la qualité de l'eau, pH et salinité

le pH de l'eau doit être de 6,8 à 7 et on doit le corriger si cela s'avère nécessaire.

des analyses de l'eau doivent de faire au début de la production et à tous les six mois

contrôler la fertilisation

contrairement à la culture traditionnelle, la culture en multi-cellules demande une fertilisation constante du début à la fin, on peut donc utiliser un système de fertilisation par injection.

Avantages:

1-Pousse accélérée des plantules
2-Risque de maladies diminuées
3-Temps de production moindre
4-Possibilité d'accroître la production de 50-60%
5-Abscence de choc de transplantation
6-Nombre de repiqueurs spécialisés diminués
7-Moins d'heures de travail
8-Epargne d'énergie (chauffage et éclairage)
9-Meilleure qualité du produit final;

Désavantages:

1-Investissement initial élevé
2-Culture très "high-tech"; il faut en contrôler tous les éléments physique et chimiques. Ne tolère aucune dérogation.

Etapes à suivre:

1-Remplissage des cabarets

Cette étape peut se faire de façon manuelle ou traditionnelle. Le substrat doit être compact et uniforme, afin de ne laisser aucune place à des trous ou à des déchets tels morceaux de bois ou autres.

Le mélange utilisé, quant à lui, doit être fin, poreux, et fait à base de tourbe blonde, de perlite , de vermiculite, et contenir une charge nutritive ainsi qu'un agent mouillant.

Plusieurs mélanges commerciaux sont actuellement disponibles, mais il n'en revient qu'à vous de déterminer celui qui convient le mieux. Règle générale, il faut rechercher le terreau qui donnera la meilleure rétention d'eau. Le pH idéal devrait se situer entre 5 et 5,5. Idéalement, c'est une mélangeuse automatique qui fait le travail. C'est la seule façon d'obtenir une uniformité car tous les cabarets sont remplis également.

2-Semis

Le semoir de précision travaille pour cette étape. Il existe plusieurs modèles sur la marché à l'heure actuelle. Avec un semoir de précision, les graines sont déposées par pression d'air sur le sol. Par la suite, un opérateur recouvre le sol avec du terreau seul ou un mélange terreau-vermiculite ou encore de la calcite. Le taux de semis est toujours d'une graine par cellule. Le semoir permet aussi de semer plusieurs graines dans la même rangée ou dans tout un cabaret à la fois.

3-Fertilisation

La fertilisation doit être faite en fonction d'une production de racines et non pas en fonction de la beauté extérieure du plant. De plus pour éviter tout débalancement du milieu, elle est faite avant même la germination. Le fertilisant ou engrais employé doit être balancé et avoir une haute teneur en éléments mineurs. Au début des applicatons de 20-10-20, dans des quantités de 100-125 ppm sont tout à fait appropriées, Bien sûr, le type de fertilisant utilisé varie en fonction des résultats fournis par l'analyse d'eau . On fertilisa aussi tôt car le premier objectif est de développer très rapidement le système radiculaire en vue de réduire le temps de production.

4-La germination

On transporte les plateaux de multi-cellules à l'endroit choisi pour la germination. Le succès de cette étape dépendra exclusivement des conditions environnementales de l'endroit choisi.

a.-La chambre de germination

Difficile à opérer, il semble que le succès qu'on lui attribue soit relativement peu élevé. La difficulté principale est de maintenir une humidité relative adéquate.

b.-La chambre de croissance

Il s'agit d'une pièce aménagée de façon à permettre une température stable, qui doit être vérifiée fréquemment. Cette pièce peut être construite très facilement à l'aide d'un contreplaqué. Il suffit d'avoir une bonne aération. Comme source de lumière on utilisa des fluorescents sur les côtés des chambres.

c- Le sweat chamber

On y maintient une humidité relative de 90% et une température de 25 degrés celsius. Par ailleurs aucune source de lumière ne s'y trouve. Les résultats sont fameux; germination quasi assurée à l'intérieur de quelques jours. Les risques surviennent lorsque l'on doit transférer les plantules dans les serres car la température varie et les plantules sont très sensibles à cette variation.

d- La serre

Plusieurs spécialistes recommandent de faire la germination dans les serres puisque de toute façon les plantules doivent s'y retrouver. Il faut toujours maintenir des conditions extérieures stables car la culture en multi-cellules exige des conditions constantes et une rigueur absolue.

L'éclairage la ventilation, l'irrigation et la température doivent être vérifiés souvent. L'éclairage de même que l'irrigation, varient en fonction des variétés produites. L'élément à retenir est qu'il faut éviter toutes inconstances, tout écart, soit dans la température, dans le taux d'humidité ou dans l'irrigation.

Cette production est rentable dans la mesure ou la quantité de production justifie l'investissement.

Selon André Carrier, agronome au MAPAQ, l'avenir de la culture en multi-cellules sera profitable aux gros producteurs qui moderniseront et mécaniseront pleinement leur équipement afin de profiter de tous les avantages de cette technologie et non seulement de l'utilisation des contenants multi-cellules.

Produits:

Le multipot PGI est initialement conçu pour lers pépinières gouvernementales et privées mais s'affirme maintenant pour devenir un excellent moyen de travail pour démarrer des plants horticoles et de jardin.

Fabriqué par Plastique Gagnon Inc, à St-Jean-Port-Joli, le multipot est utilisé à grande échelle depuis quelques années par les pépinières publiques pour le reboisement forestier. Il s'agit de contenant de 36cm (14po) par 22cm (9po) formé de 45 ou 67 cavités de 12.5 cm (5po) de haut ou 9 cm (3.5po) de haut, de forme conique qui reçoit la terre nécessaire pour y semer des arbres ou des plants (Tableau 1). Les experts du Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec ont constaté que ce produit favorise au maximum la croissance des pousses d'arbres. Des tests ont démontré que l'on obtient 90% de succès avec cette méthode comparativement à 65% avec celle de la racine nue.

Des tests ont également démontré que les multipots PGI offraient les mêmes avantages pour les producteurs horticoles ou pour le jardinage.

Ce produit est fabriqué de polyéthylène de haute densité. Il est fiable à l'épreuve des rayons ultraviolets, léger, résistant au choc, propre, de manutention facile.

Les excellents résultats de croissance obtenus sont dûs à des cavités nervurées qui orientent la pousse des racines en profondeur et au fait que l'air chaud qui circule entre les cavités favorise le développement des plants. La forme conique des alvéoles a été étudiée spécialement pour faciliter le démoulage et éviter le choc de la transplantation. Construit de façon rigide, il est pratiquement incassable et donc facilement manipulable. Ils s'emboitent l'un dans l'autre et ne demandent qu'un espace d'entreposage minime. La solidité du produit le rend réutilisable pour de nombreuses années. Il existe en deux modèles qui sont compatibles avec les empoteuses automatiques. (Figure 1).

Tableau 1: Spécifications techniques des Multipots

M U L T I P O T

Plastique Gagnon Inc.,
St-Jean Port-Joli, Québec

s p é c i f i c a t i o n s		
Nombre de cavités	45	67
Hauteur	125 mm	89 mm
Longueur	354 mm	354 mm
Largeur	222 mm	218 mm
Diamètre de chaque cavité sur dessus	39 mm	33 mm
Diamètre de l'ouverture en dessous	20 mm	14 mm
Volume de chaque cavité	110 cc	55 cc
Poids	820 grammes	640 grammes
Rainures pour les racines	6 rainures 1.5 mm	4 rainures 1.5 mm
Couleur	noir	noir
Quantité par palette	540	864
Quantité maximum par camion	11 880	19 008

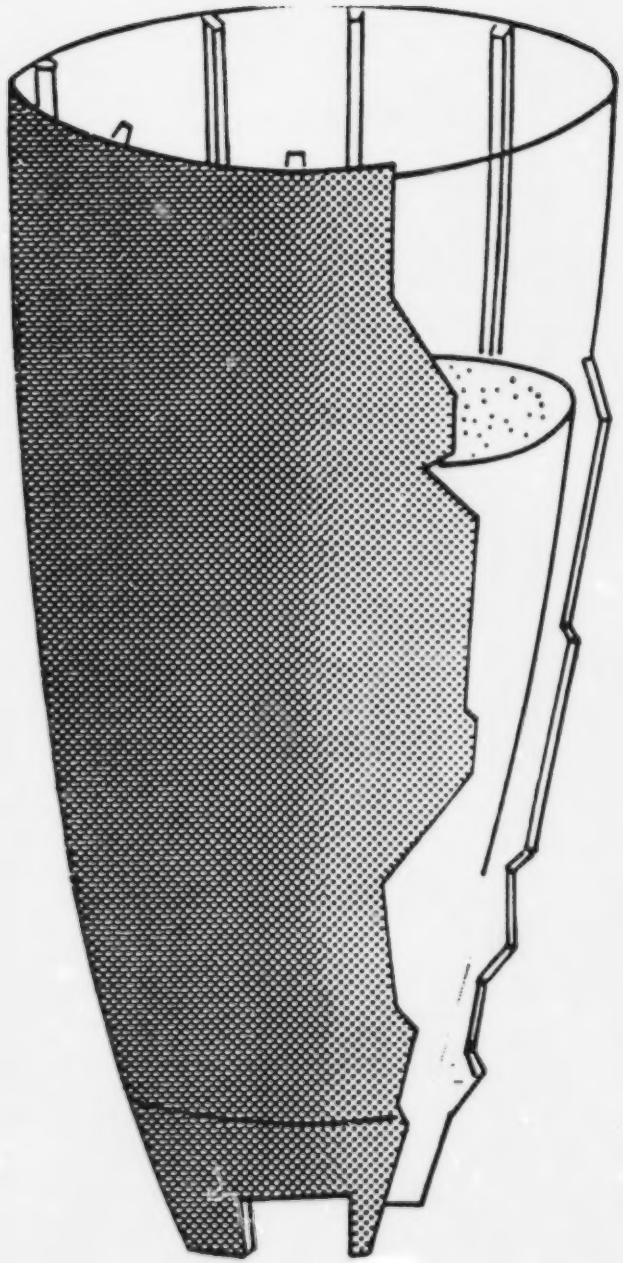


FIGURE 1

Une technique éprouvée

Multipots fabriqués de polyéthylène haute densité

- Fiable, à l'épreuve des rayons ultra-violets
- Grande résistance aux chocs
- Léger, manutention facile
- Propre, entretien négligeable
- Réutilisable

Conçus pour favoriser des récoltes saines et profitables

- Multipots qui s'emboîtent facilitant l'entreposage et le transport
- Cavités nervurées: orientent la pousse des racines en profondeur
- Compacité des plants maximisant l'espace en serre
- Deux (2) grandeurs
- Drainage efficace prévenant l'inondation
- Forme conique facilitant le démoulage et spécialement étudiée pour éviter le «choc de la transplantation»
- Les deux (2) modèles sont compatibles avec les empoteuses automatiques

Multipot CAn-Am

Ce produit ressemble beaucoup à ceux produits par la compagnie des Plastiques Gagnon. Ce sont des contenants en plastique rigide qui permettent les mêmes avantages que ceux précédemment décrits.

Plusieurs formats sont offerts sur le marché. (Tableau 2)

Tableau 2. Formats des produits CAN-AM

MULTIPOT	DIAMETRE	CAPACITE DES CELLULES PO^3	PROFONDEUR CELLULES PO	NOMBRE DE CAVITES/PI^2	LONGUEUR DU PLATEAU	LARGEUR DU PLATEAU	CAVITES/ PLATEAU
#1	1,25	3,5	3,5	79	14	8,75	67
#2	1,25	3,5	4,75	79	14	8,75	67
#3	1,5	6,1	4,8	41	24	14	96
#4	1,5	9,1	6,6	41	24	14	96
#104	1 x 1,25	3,0	3,5	112	14	9,75	104

Spencer-Lemaire

Ce sont des contenants qui ont été créés pour favoriser la formation des racines et pour éviter l'enroulement de ces dernières. Ce produit a la caractéristique de s'ouvrir latéralement sans déranger le système radiculaire. On peut donc facilement constater la croissance et vérifier la formation des racines sans nécessairement extraire la plantule de son contenant. Cela facilite également l'inspection fréquente pour controler l'apparition de maladies. Les cannelures sur les cotés du contenant dirigent le système radiculaire vers une ouverture basale, laquelle permet une taille naturelle des racines par le seul contact de l'air. (Figure 2)

La production de plants dans ces contenants a pris un essor considérable pour le reboisement, pour l'expédition de plantules dans des régions plus éloignées, pour le maintien de matériel de reprise etc...

Ces produits existent en six grandeurs et le prix varie avec le poids de plastique utilisé.. Quatre de ces produits s'installent dans les cabarets standards de polypropylene qui peuvent contenir 102,72,70 ou 32 cellules. Les deux plus gros modèles se rangent dans des supports de métal. (Figure 3)

Ces modèles qui s'ouvrent latéralement se remplissent très bien pour l'installation du substrat. Cette compagnie vend même un appareil qui peut emplir 500 cabarets par jour. On prétend que ce type de contenant permet de visualiser le remplissage de substrat. Cela donne un léger avantage car lorsque le substrat contient pour une raison ou l'autre de petits morceaux de bois qui bouchent la cellule, seuls les contenants à ouverture latérale permettent d'intervenir.

La manipulation de ces contenants est très facile car ils sont légers, s'adaptent à une automatisation mais permettent également un travail manuel.

Le modèle **Ferdinand** contient 6 cellules, de volume de 40 ml ou 2.5 pouces cubes. Cette grandeur est utilisés pour les épinettes blanches, les épinettes noires, les *Pinus conforta* ou les pins de Jackmanii. On peut installer 102 cellules par cabaret, donnant une capacité de 1253 plants par mètre carré.

Le modèle **Fives** contient 5 cellules, chacune ayant 65 ml de volume ou 3.5 po cubes. Ils sont utilisé pour le *Thuja*, *Juniperus scopulorum* et *Picea sitchensis*. On place 70 cellules.

Le modèle **Sixes** contient également 6 cellules mais le volume est de 90 ml par cellule, soit plus du double du modèle **Ferdinand**. La profondeur est de 6 pouces comparativement au modèle précédent. Il est utilisé pour les sapins, pins blancs et Metasequoia.

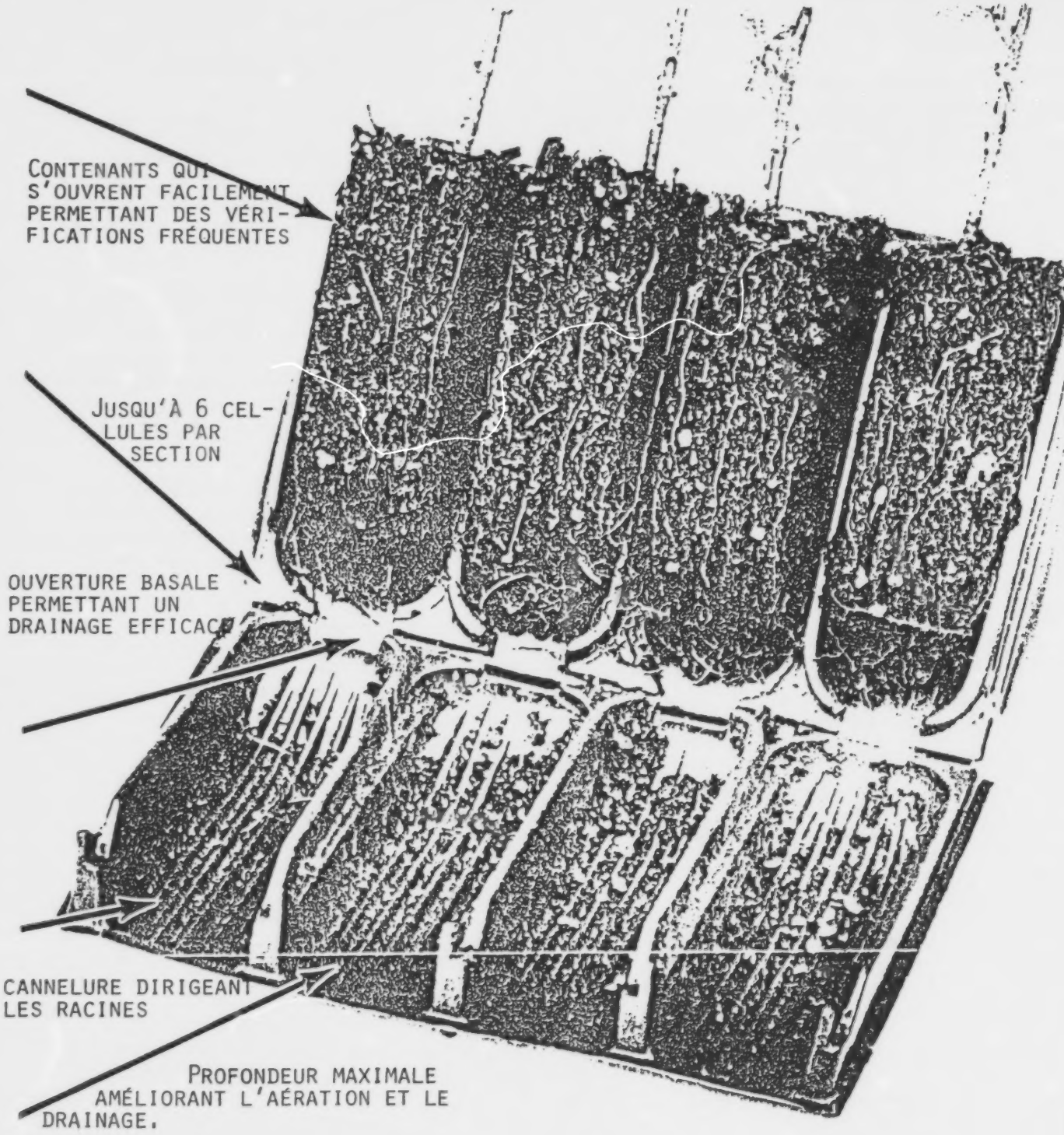
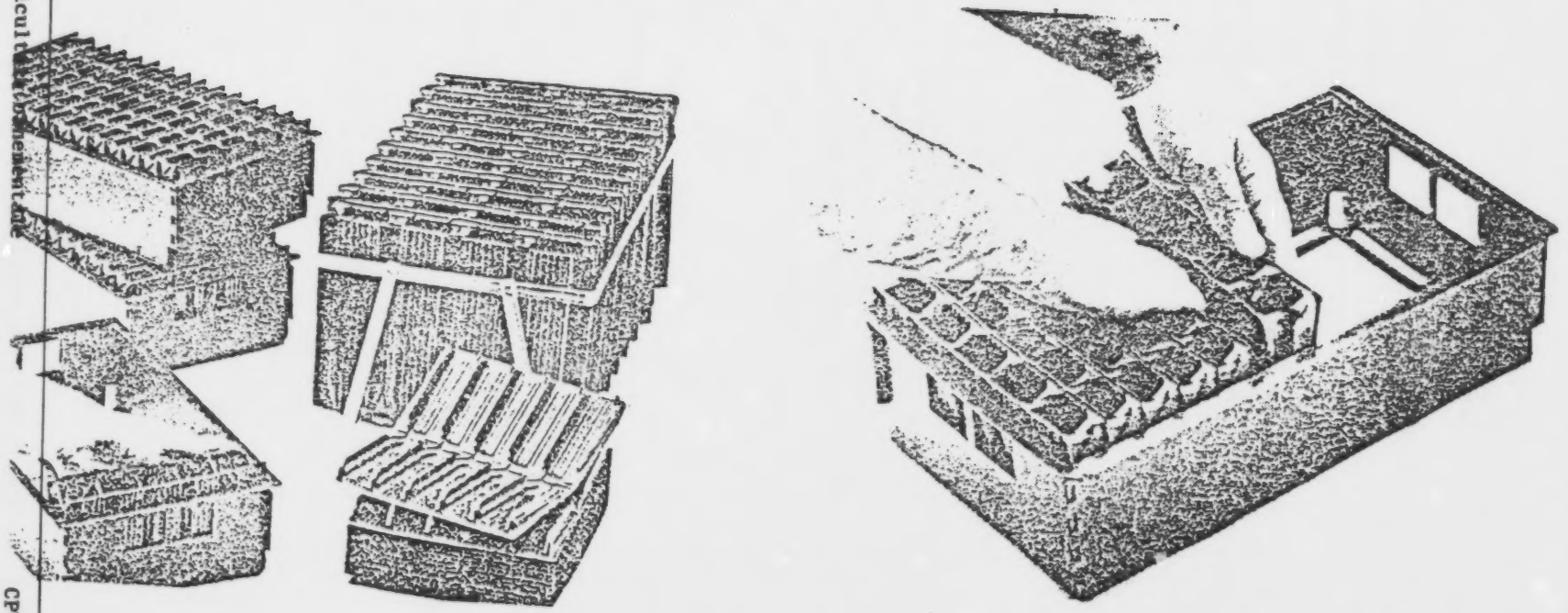

CONTENANTS QUI
S'OUVRENT FACILEMENT
PERMETTANT DES VÉRI-
FICATIONS FRÉQUENTES
JUSQU'À 6 CEL-
LULES PAR
SECTION
OUVERTURE BASALE
PERMETTANT UN
DRAINAGE EFFICAC
CANNELURE DIRIGEANT
LES RACINES
PROFONDEUR MAXIMALE
AMÉLIORANT L'AÉRATION ET LE
DRAINAGE.

FIGURE 2.

FIGURE 3. RANGEMENT DES SPENCER-LEMAIRE DANS LES CONTENANTS EN MÉTAL OU EN PLASTIQUE



Ce modèle est souvent utilisé pour les boutures qui ont un système radiculaire fragile lequel ne doit pas être endommagé. On peut placer 72 cellules par cabaret.

Le modèle **Hillsons** est le modèle le plus facilement adaptable car il contient 175 ml de volume soit 10.5 pouces cubes. Il est souvent utilisé pour les plantules d'essences feuillus ou pour les jeunes boutures. On peut placer 32 cellules par cabaret.

Les modèles **Tinus** et **Super-45** ont été développé pour des semis nécessitant des contenants de 7 et 9 pouces de profondeur. La conformation des ces cellules provoquent le développement radiculaire profond favorisant une reprise dans des conditions d'approvisionnement en eau difficile. Le modèle **Tinus** contient 350 ml de volume et le modèle **Super-45** contient 750 ml de volume. Ce dernier modèle est idéal pour les essences qui forment un système radiculaire pivotant tels les chênes, les noyers et le pin Ponderosa. Les cabarets contiennent 40 cellules du modèle **Tinus** et 27 cellules du modèle **Super-45.** (Tableau 3).

La transplantation des essences à racines pivotantes produisent toujours des difficicultés dues à l'endommagement du système radiculaire. Ce système de Spencer-Lemaire diminue la nécessité de tailler les racines, limite la croissance des racines à l'intérieur de la cellule. et forme un système radiculaire très épais. A la transplantation extérieure, le choc est considérablement amoindri et le système radiculaire se développe normalement.

Ces six produits se vendent en Alberta par la compagnie Spencer-Lemaire industries limited.

Tableau 3: Résumé des spécifications des contenants Spencer-Lemaire

LISTE DE PRIX CANADIEN POUR LES "SPENCER-LEMAIRE" 1985

Spencer-Lemaire Industries Limited
Alberta, Canada

SPECIFICATIONS					PRIX PAR BOITE			
MODELE	Cellule cc	Volume ml	Cellule/ Unité	Unité/ Cabaret	Unité/ boite	1 à 49	50 à 249	250 +
Ferdinands	2.5	40	6	17	500	$ 59.00	$ 57.00	$ 55.00
Fives	3.8	65	5	14	500	73.00	71.00	69.00
Sixes	5.5	140	6	12	500	89.00	87.00	85.00
Hillsons	10.5	175	4	8	500	113.00	108.00	103.00
Tinus	21.5	350	4	10	250	110.00	105.00	100.00
Super 458	45	750	3	9	100	1 à 19	20 à 49	50 et +
						96.00	90.00	84.00

TYPE DE PLATEAU	FORMAT	POIDS LIVRE	1-450	451-2000	2001-5000	+ 5000
support de plastique	8¾ x 14¾ x 4"	0.45	$1.00	$ .95	$ .90	$ .85
Support métal	10¾ x 17 x 6"	2.25	4.60	4.25	4.00	3.80

JIFFY POTS ET JIFFY STRIPS

Il s'agit de contenants en mousse de tourbe, de différentes grosseurs, qui sont vendus par la compagnie Plasti-Tech culture. Ces contenants sont disponibles en plusieurs grandeurs, tel que décrit dans le Tableau 4.

L'avantage de ces contenants c'est de produire une bouture enracinée dans un milieu restreint, lequel est transposable directement en terre sans affecter le système racinaire. Le contenant est entièrement dégradable. La compagnie prétend que la mousse de tourbe permet une circulation de l'air adéquate, favorise le développement d'un système racinaire sans spiralisation, et diminue les risques de choc lors de la transplantation.

Des trous de drainage au fond des pots permettent le développement d'un système racinaire sain et vigoureux.

Tableau 4. Jiffy Pots et Jiffy Strips

Jiffy Pots: pots en vrac

cat. no.	Description	Pots par caisse	Prix par caisse
122	21/4" Rd x 21/4" prof.	3000	$53.40
130	3" Rd x 3" prof.	1500	$45.80
217	2" carré x 2" prof.	3000	$51.90
222	21/4"carré x 21/5"prof.	2500	$51.10
230	3" carré x 3" prof.	1000	$39.85
340	4" rD X 4" Prof.	1000	$63.70

Ensemble de Jiffy Pots (Jiffy Strips): pots en plaques

cat. no.	Description	Pots par caisse	Prix par caisse
512	12 pots /1 1/4" carré	4800	$51.50
516	10 pots/1 3/4 carré	3000	$39.50
517	12 pots/1 3/4 carré	3600	$47.00
522	12 pots/2 1/4 carré	2400	$43.95
525	8 pots/2 1/2 carré	2400	$47.85
527	8 pots/2 1/2" carré x 3" prof.	2400	$54.45
530	6 pots/3" carré	1200	$46.10

Cellules de TODD

Il s'agit de petites cellules en forme de pyramides inversées avec une petite ouverture dans le fond. Ce concept encourage la formation d'un système radiculaire en profondeur, qui se taille seul au contact de l'air et qui limite les problèmes de choc transplantatoire.

Les cellules de Todd sont faites d'un matériel rigide, en polystyrene qui est durable et facile de manipulation.

Ces contenants sont vendus sous différentes grandeurs soit:

Model #100: 200 cellules de 1 pouce carré, mesurant 3 pouces de hauteur.

Model #001A: 595 cellules de 1/2 pouce carré, mesurant 1 pouce de hauteur.

Model #080: 338 cellules de 13/16 pouce carré mesurant 1 1/4 pouce de hauteur.

Model #...: 128 cellules de 1 1/2 pouce carré, mesurant 2 1/2 pouces de hauteur.

Model #...: 162 cellules de 1 1/4 pouce carré, mesurant 1 13/16 pouce de hauteur.

Les figures 4 et 5 illustrent les différents modèles.

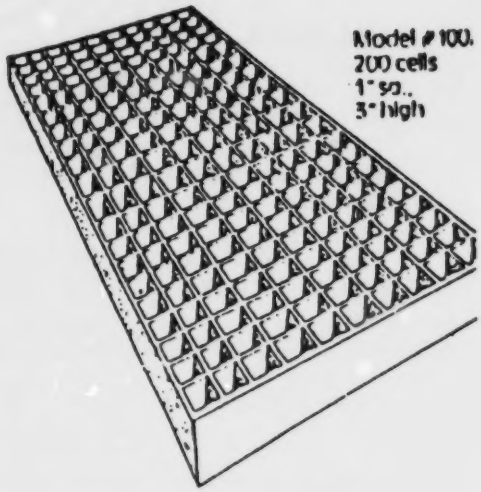
FIGURE 4. CELLULES DE TODD

Each cell of the remarkable TODD® Planter Flat is an inverted-pyramid with a small bottom opening. This unique design encourages downward root growth and allows natural air pruning, minimizing root bound problems and virtually eliminating transplant shock.

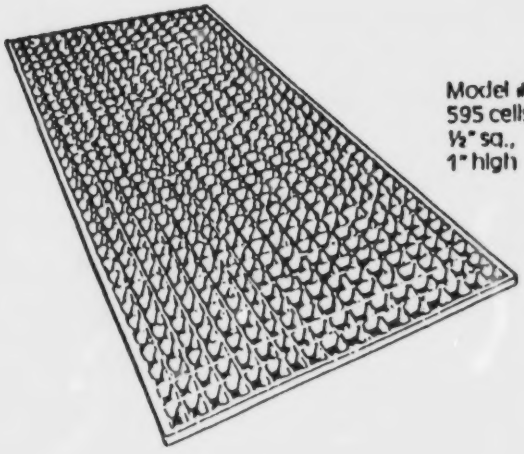
And, because of the TODD Planter Flat's sturdy, expandable polystyrene construction, you can turn the flats over to use them in bench-type production. That strength and durability, allowing repeated usage, makes the TODD Planter Flat the lowest cost per use of any flat made.

The best advantages, the best price, the best in the business. Insist on the patented TODD Planter Flat, only from Speedling Incorporated.

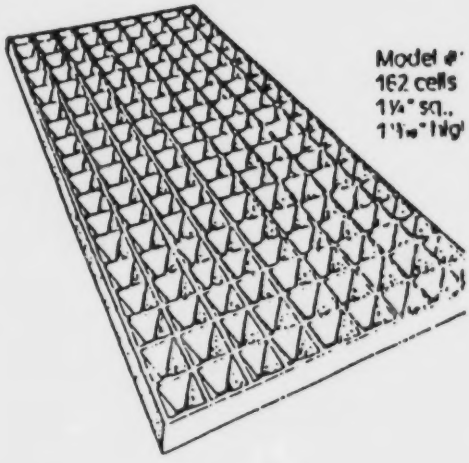
For more information, contact your nearest Speedling representative.



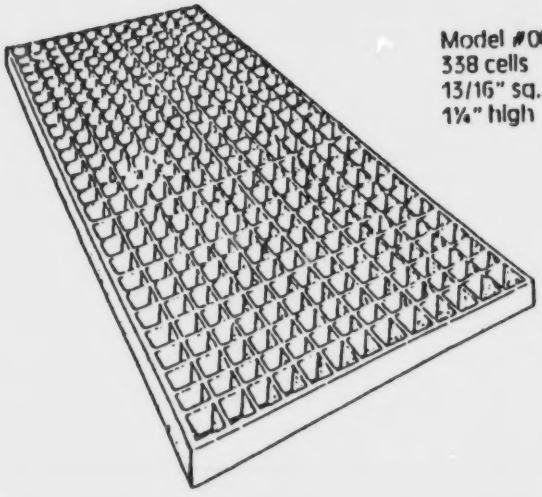
Model #100.
200 cells
1" sq.,
3" high



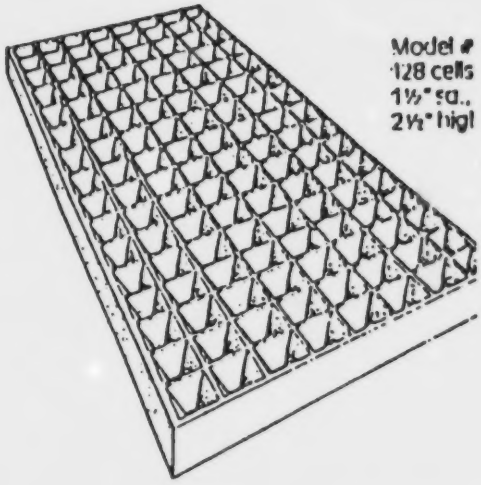
Model #001A
595 cells
½" sq.,
1" high



Model #
162 cells
1¼" sq.,
1 ¼" high



Model #080.
338 cells
13/16" sq.
1¼" high



Model #
128 cells
1½" sq.,
2½" high

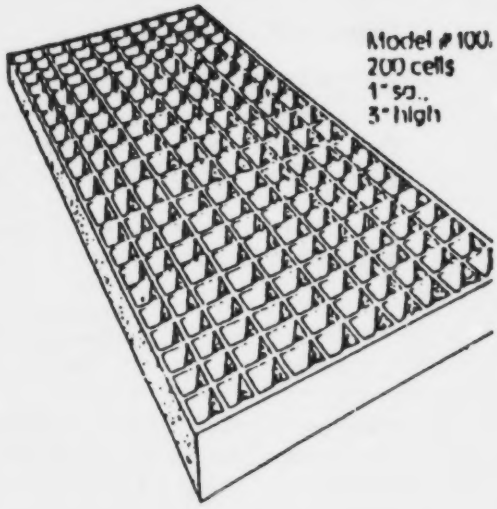
FIGURE 4. CELLULES DE TODD

Each cell of the remarkable TODD® Planter Flat is an inverted-pyramid with a small bottom opening. This unique design encourages downward root growth and allows natural air pruning, minimizing root bound problems and virtually eliminating transplant shock.

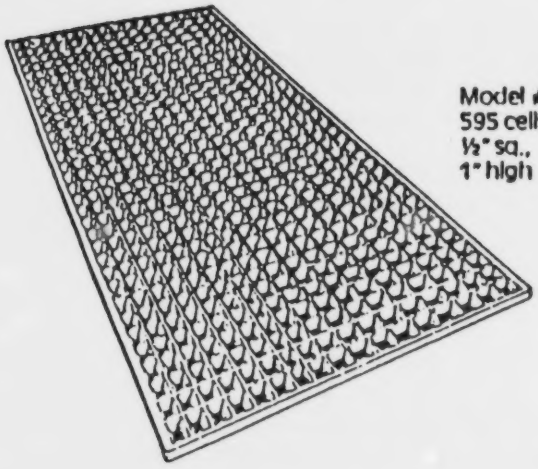
And, because of the TODD Planter Flat's sturdy, expandable polystyrene construction, you can turn the flats over to use them in bench-type production. That strength and durability, allowing repeated usage, makes the TODD Planter Flat the lowest cost per use of any flat made.

The best advantages, the best price, the best in the business. Insist on the patented TODD Planter Flat, only from Speedling Incorporated.

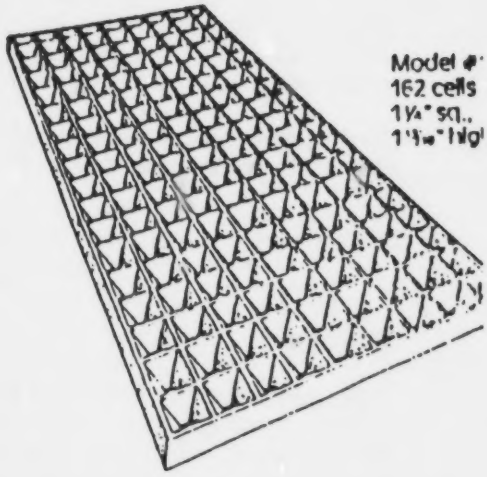
For more information, contact your nearest Speedling representative.



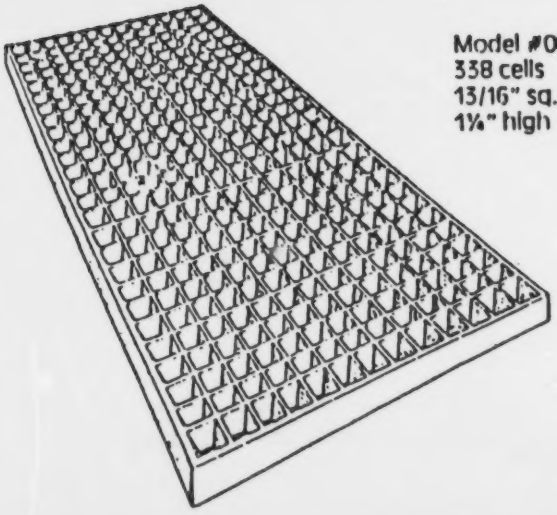
Model # 100.
200 cells
1" sq..
3" high



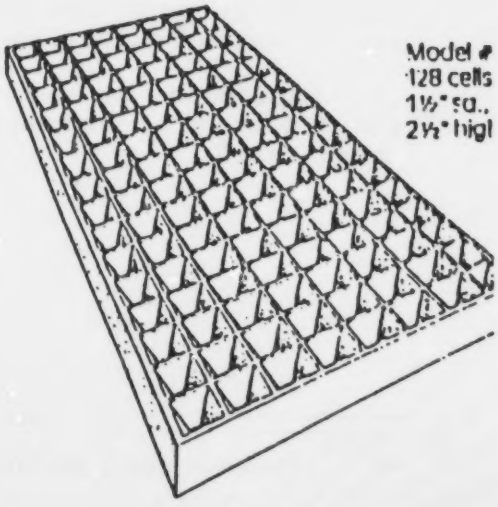
Model #001A
595 cells
½" sq.,
1" high



Model #
162 cells
1¼" sq..
1 ⅛" high



Model #080.
338 cells
13/16" sq.
1⅛" high



Model #
128 cells
1½" sq..
2½" high

Paperpot

Ce produit est fait de papier laminé de plastique. Les parois des contenants consistent en des bandes de plastique parallèles. Ce sont des contenants biodégradables qui sont offerts en plusieurs grandeurs et profondeur. (Figure 6)

Ils sont composés à base d'un mélange de papier décomposé et de fibres résistantes. Ils sont offerts sous différentes durabilité:

B-grade: propagation durant de 4-6 semaines
V-grade: propagation durant de 7-9 semaines
F-grade: propagation durant de 3-12 mois

Chaque unité est présentée sous forme de cellules hexagonales, collées les unes aux autres avec de la colle soluble à l'eau, et pliées. Une fois étendues et attachées à un cadre rigide de plastique, les cellules forment un tout qui permet de créer une série de contenants cellulaires.

Au moment du repiquage ou de la plantation en pépinière, la transplantation avec la cellule de papier évite des dommages au système radiculaire. Les racines restent dans le contenant, ne sont pas courbées au repiquage ce qui stimule leur croissance.

Les paperpots sont disponibles en deux grandeurs. La standard dépliée mersure 60 X 40 cm, et le modèle long mesure 35 X 94 cm.

<u>Modèles:</u> (Figure 7)

Les paperpots 308 et 408, mesurant 3-4 cm correspondent à 1700 et 1000 contenants par mètre carré et sont recommandés pour la production sur une période d'une année, des pins et épinettes. Ils sont très utilisés en Amérique du Nord et en Scandinavie.

Les paperpots de 5 cm répondant aux numéros 508,et 510, correspondent à une quantité de 600 contenants au mètre carré. Ils sont recommandés pour les pins cultivées sur plus d'une saison et pour les épinettes cultivées sur deux saisons.

Les paperpots de 6-8 cm répondant aux numéros 608,610,615,et 808,810 et 815, correspondent à une quantité de 270 contenants au mètre carré.

Ce type de contenant est disponible chez Hackmet Ltée, à Dorion.

ECOPOT	DIAMETRE CM	HAUTEUR CM	VOLUME CM^3	POTS/ ENSEMBLE	SEMIS/ M^2
308	3,0	7,5	45	349	1454
408	3,9	7,5	75	215	895
508	4,6	7,5	103	103	620
608	5,6	7,5	152	152	43
408long	3,8	7,5	70	345	1048

Paperpot

Ce produit est fait de papier laminé de plastique. Les parois des contenants consistent en des bandes de plastique parallèles. Ce sont des contenants biodégradables qui sont offerts en plusieurs grandeurs et profondeur. (Figure 6)

Ils sont composés à base d'un mélange de papier décomposé et de fibres résistantes. Ils sont offerts sous différentes durabilité:

B-grade: propagation durant de 4-6 semaines
V-grade: propagation durant de 7-9 semaines
F-grade: propagation durant de 3-12 mois

Chaque unité est présentée sous forme de cellules hexagonales, collées les unes aux autres avec de la colle soluble à l'eau, et pliées. Une fois étendues et attachées à un cadre rigide de plastique, les cellules forment un tout qui permet de créer une série de contenants cellulaires.

Au moment du repiquage ou de la plantation en pépinière, la transplantation avec la cellule de papier évite des dommages au système radiculaire. Les racines restent dans le contenant, ne sont pas courbées au repiquage ce qui stimule leur croissance.

Les paperpots sont disponibles en deux grandeurs. La standard dépliée mersure 60 X 40 cm, et le modèle long mesure 35 X 94 cm.

<u>Modèles:</u> (Figure 7)

Les paperpots 308 et 408, mesurant 3-4 cm correspondent à 1700 et 1000 contenants par mètre carré et sont recommandés pour la production sur une période d'une année, des pins et épinettes. Ils sont très utilisés en Amérique du Nord et en Scandinavie.

Les paperpots de 5 cm répondant aux numéros 508,et 510, correspondent à une quantité de 600 contenants au mètre carré. Ils sont recommandés pour les pins cultivées sur plus d'une saison et pour les épinettes cultivées sur deux saisons.

Les paperpots de 6-8 cm répondant aux numéros 608,610,615,et 808,810 et 815, correspondent à une quantité de 270 contenants au mètre carré.

Ce type de contenant est disponible chez Hackmet Ltée, à Dorion.

ECOPOT	DIAMETRE CM	HAUTEUR CM	VOLUME CM^3	POTS/ ENSEMBLE	SEMIS/ M^2
308	3,0	7,5	45	349	1454
408	3,9	7,5	75	215	895
508	4,6	7,5	103	103	620
608	5,6	7,5	152	152	43
408long	3,8	7,5	70	345	1048

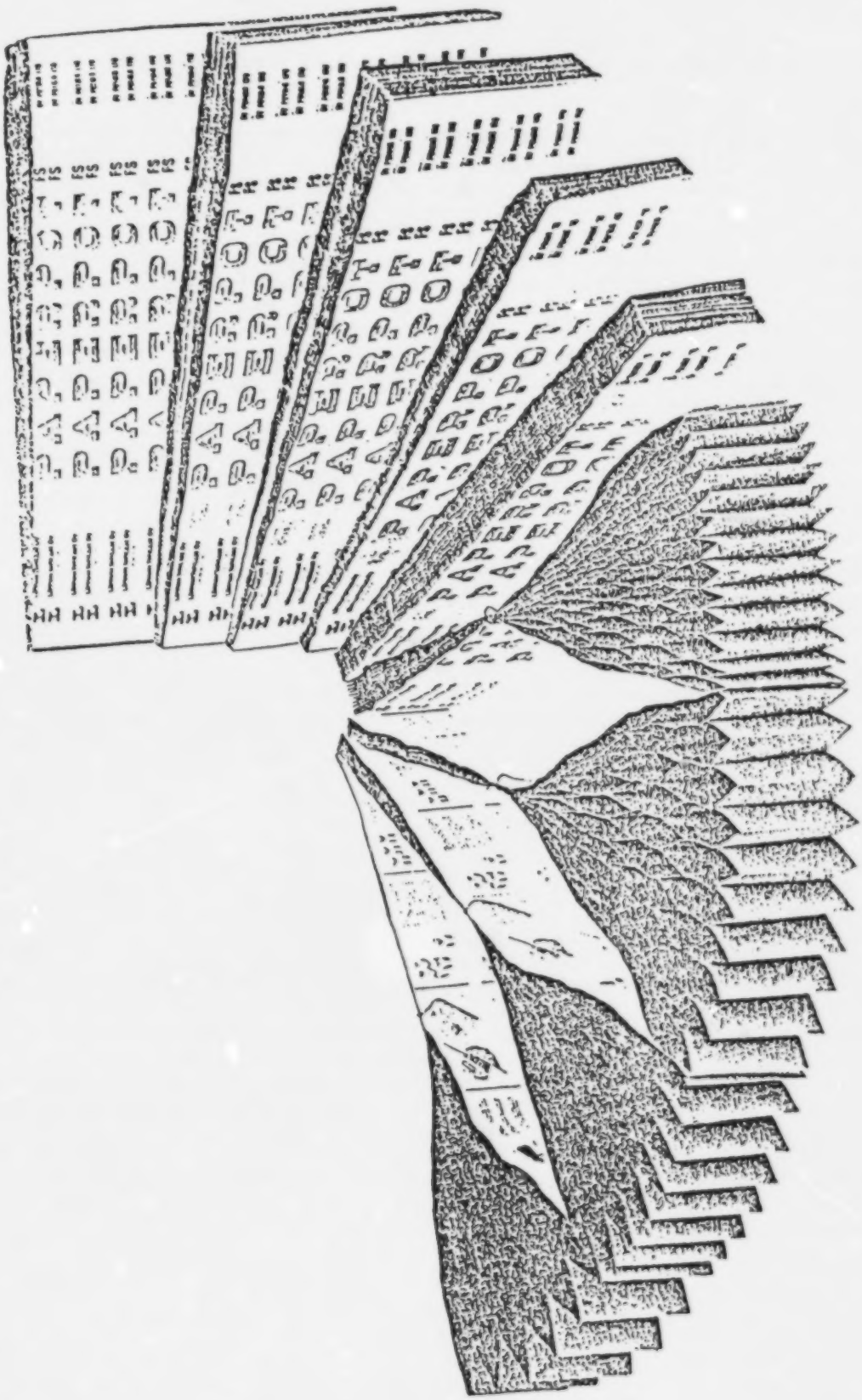
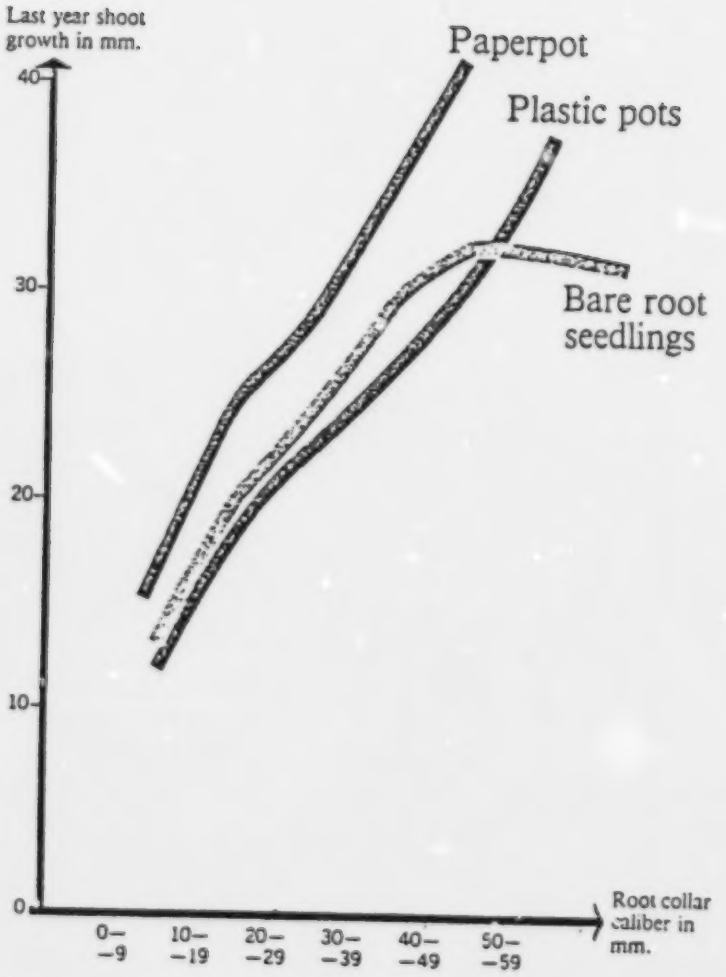


FIGURE 6. PAPERPOT: CELLULES PLIÉES ET COLLÉES



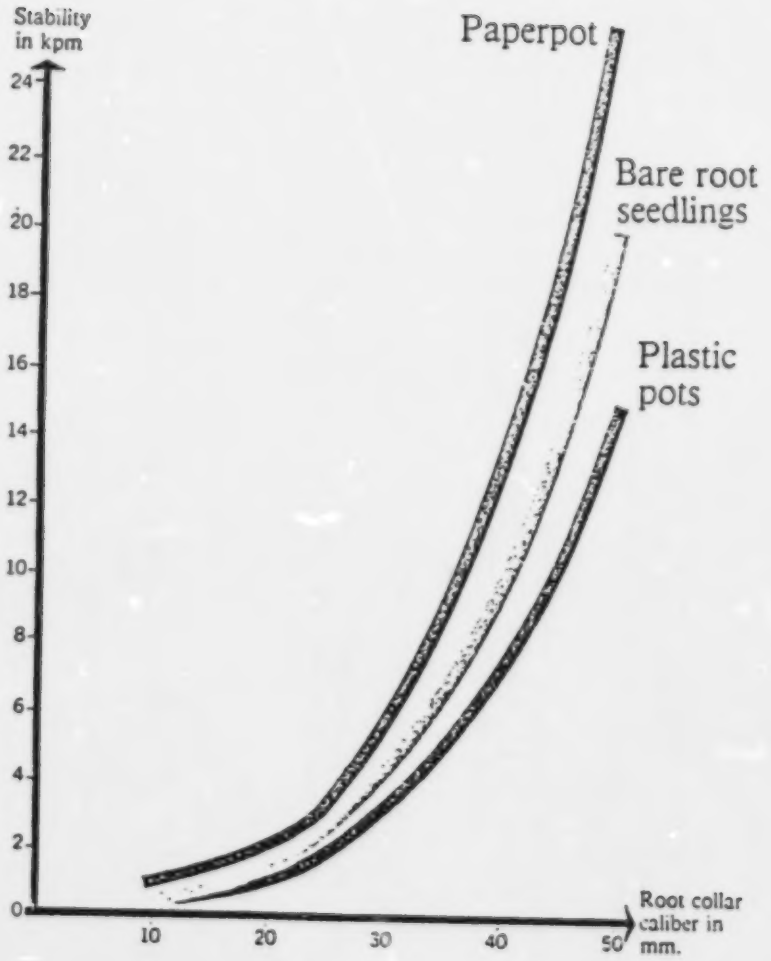


FIGURE 7. RÉSULTATS D'ESSAIS AVEC LES PAPERPOT

MM85

Le contenant MM a une hauteur de 18 cm, une longueur de 31 cm, une largeur de 20 cm. Il est composé de 12 élémemts d'une contenance de 380 cm^3 chacun. Ce produit a été breveté par les pépiniéristes du Lubéron, en France.

La nouveauté de ce produit vient de la forme plutôt originale de ce dernier (Figure 8). Avant de comprendre le pourquoi de cette forme on doit d'abord se remémorer le pourquoi de la culture en contenant.

L'avantage principal de ce type de culture est d'abord de favoriser la formation d'un système radiculaire profond qui permettra de mieux coloniser le sol lors de sa plantation. Il arrive que l'on remarque du dépérissement plusieurs années plus tard dû à la formation d'un chignon racinaire ou encore à un enroulement des racines.

Le contenant MM est présenté sous deux formes; soit non ouvrable ou ouvrable. Il a pour but d'éviter la spiralisation des racines et d'en diriger un certain nombre en profondeur. Le modèle ouvrable est constitué de deux parties emboitables à profil en M; selon l'épaisseur de la matière plastique utilisée, le contenant sera réutilisée plusieurs fois ou non. Le modèle non-ouvrable est constitué de deux parties coniques qui permettent de retirer la motte.

Ce produit se vend présentement en France et est plus dispendieux que ses concurrents.

Il est présentement essayé à Berthierville pour la production du frêne.

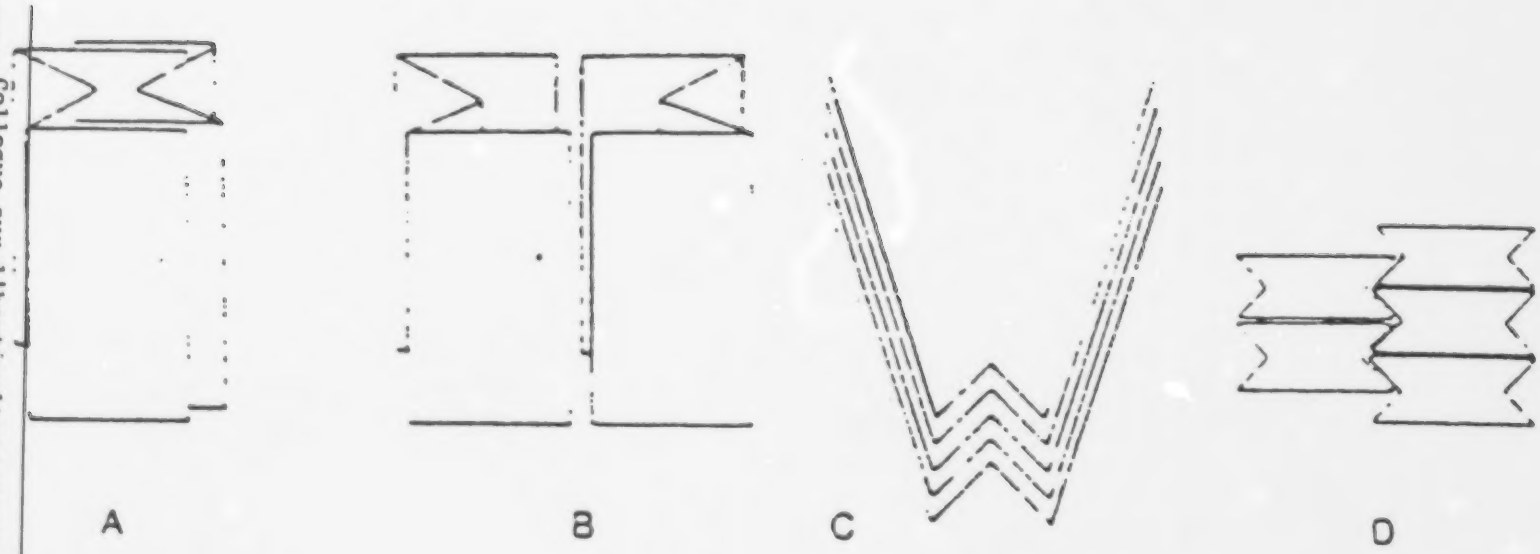


FIGURE 8. LE CONTENANT MM-85

A: ASSEMBLAGE
B: ASSEMBLAGE
C: STOCKAGE ET TRANSPORT DES CONTENANTS
D: JUXTAPOSITION DES CONTENANTS.

Styroblock 20

Il s'agit d'un contenant en styrofoam de 45 cavités, à l'intérieur duquel une mince pelliculle de plastique protège la pénétration des radicelles dans le contenant.

Ce contenant à Berthier sert presque exclusivement pour les semis de bouleaux jaunes et de bouleaux blancs. Pendant la production, les contenants sont surélevés sur des plateaux afin d'éviter l'enracinement au sol.

Styroblock 28

Les cavités de ce contenant sont de la même grosseur que le styroblock 20, mais il ne contient que 28 cavités au lieu de 45. Pour le chêne rouge il se pourrait que ce contenant soit une solution et au cours de l'hiver ce contenant sera essayé à Berthierville expérimentalement pour quelques espèces de feuillus.

Tableau résumé des contenants disponibles sur le marché

Dimensions, volume et espacement
de différents récipients à semis (1979)

RECIPIENT	DIMENTIONS D'UNE CAVITE	1) VOLUME BRUT cm^3	po^3	2) NB. DE CAVITES $/pi^2$	$/m^2$	3) COUT D'ACHAT ($) MINIMAL/1,000 CAV.
Styrobloc 2A	1 po. x 4.5 po.	40.97	2.50	103	1,108	13.83
Styrobloc 4	1.2" x 5"	65.55	4.00	75	807	22.38
Styrobloc 7	1.2" x 9"	121.26	7.40	71	764	?
Styrobloc 8	1.55" x 6"	131.10	8.00	41	441	50.38
S. -Lemaire (Hill.)	1.5" x 1.5" x 5"	172.06	10.50	37	402	27.50
S. -Lemaire (Fives)	1.0" x 1.0" x 4"	62.27	3.80	82	882	14.00
Paperpot FH-408	1.5" x 3.1"	70.40	4.30	99	1,066	13.50 ('78)
Paperpot FH-508	2" x 3.1"	121.80	7.43	57	616	15.04 ('78)
Multipot	1.3" x 3.5"	76.13	4.64	72	780	26.87 ('79)
Can-Am	1.3" x 3.5"	76.13	4.64	72	780	18.06
Tube MTF	1.5" x 4.0"	115.83	7.07	64	1,550	?

1) Capacité maximale: le volume réel peut être moindre selon le degré de remplissage.
2) Espacement approximatif: le nombre peut varier selon le genre de plateau ou de boite utilisé.
3) Ce prix exclut le coût d'achat ou de fabrication du plateau ou du support.

Référence:

Carrier André. 1987. La culture en multicellules ou des racines, des racines, et encore des racines. Québec Vert Vol.9(9):22,25,27-29.

Plastiques Gagnon Inc. 1986. Le multipot PGI un nouveau produit pour le jardinage à la maison. Québec Vert 8(5): 26-27.

Riedacker A. 1986. Plants à racines nues ou en conteneurs. Revue forestière francaise. 38(3): 233-235.

Richer-Leclerc, C. 1988. La multiplication par semis à la Station Forestière de Berthierville. Québec Vert. 10(9):en impression.

Spencer-Lemaire industries Limited.
11413-120 Street, Edmonton
Alberta, Canada
T5G 2Y3 Tél: 403- 451-4318

451-4320
telex:no. 037-2966

SECTION 2: LA BOUTURATHEQUE

Le Dr. Gilles Vallé, du Ministère de l'Energie et des Ressources a mis au point une technique de multiplication pour les arbres feuillus et les résineux en utilisant des conditions de propagations différentes de celles actuellement connues. La bouturathèque est un concept qui mise sur l'enracinement de boutures juvéniles. Ces boutures d'arbres résineux ou feuillés, sont obtenus à partir de jeunes plants issus de graines à pollinisation controlée, ou de jeunes plants issus d'un arbre adulte et regénérés par une greffe et des coupes successives, dans le but de leur redonner leur juvénilité. Les pieds-mères sont alors conservés en serres jusqu'au moment où il est possible de prélever des boutures de 5 à 8 centimètres sur la partie juvénile de la plante. Ces boutures sont traitées avec une hormone et placées dans un substrat de mousse de tourbe et de vermiculite dans des cavités ou multi-cellules de plastique.

Ce principe de multiplication permet de faire des boutures à l'étouffé dans des multi-cellules recouvertes d'un plastique translucide, sous des conditions d'éclairage artificiel avec des néons, donc ne requiérant aucun arrosage par brumisation.

Les contenants conservent l'humidité et limitent au maximum les échanges d'air. Là où la différence se fait sentir c'est qu'il ne s'agit pas de mists avec des gicleurs, placés dans des serres, mais bien de multiplication dans un espace ou local restreint, où les conditions atmosphériques sont controlées pour obtenir les températures et conditions d'humidité voulues.

La bouturathèque tire son nom de sa ressemblance avec une bibliothèque. Il s'agit de rayons mesurant 24 pouces de hauteur sur 8 pieds de largeur. Les rayons sont munis d'un système d'éclairage artificiel donnant 2500-3000 lux de lumière sur une période de 18 heures à 24 heures, aux boutures placées sur les tablettes. Les multi-cellules contenant les boutures sont installées sous plastique, créant de petites serres à l'intérieur des rayons. Une humidité de 90-95% est conservée et permet de favoriser l'enracinement des boutures dans une période de 8-10 semaines.

Le contrôle de la température se fait par une climatisation qui permet de conserver la température de la pièce à 20-21 degrés celsius. Il est important d'obtenir cette température. Le rayonnement des néons fait accumuler de la chaleur dans les contenants et si on conserve une luminosité de 3000 lux, la température du substrat se conservera à 24-25 celsius et celle du contenant à 26-27 celsius. Ce système devient donc autosuffisant car l'éclairage produit la chaleur, laquelle peut être recyclée au besoin.

Plusieurs combinaisons de photopériode ont été essayées. Quoique une période minimale de 16 heures soit nécessaire, il est suggéré de conserver l'éclairage ouvert sur une période de 24 heures. Le fait de toujours conserver la même luminosité engendre une climatisation beaucoup plus stable. De plus, les néons s'usent beaucoup moins vite lorsque l'on évite de les ouvrir et de les fermer souvent.

Des applications régulières d'eau et de fongicides sont nécessaires afin de maximiser les chances d'initier la rhizogénèse.

Au complexe scientifique, les contenants utilisée sont de deux types. Il s'agit de casiers fixes fait en acrylique sur le dessus et ayant les côtés en plastique ou encore, de casiers amovibles en plastique moulés sous vide, dont le dessus est en acrylique.

Le type de plastique utilisé pour recouvrir les contenants, pendant la propagation, est un plastique translucide, très clair, qui permet de maximiser l'intensité lumineuse ajustée à 3000 lux.

Lorsque les boutures sont enracinées, elles sont transportées dans une serre en période hivernale, ou placées sous tunnel extérieurs en période estivale.

Cette méthode permet de bouturer des arbres sur une période de 12 mois, faisant abstraction du principe qui veut que la plante ne se bouture que pendant une période donnée de l'année. Le fait de conserver la juvénilité des pieds-mères permet de générer des possibilités immenses quant à la répartition du travail de multiplication.

A St-Modeste, le ministère de l'Energie et des Ressources vient de construire un centre de multiplication qui travaillera exclusivement avec le principe de la bouturathèque. Les essences qui feront l'objet de ce travail seront pricipalement l'épinette noire et le bouleau jaune. Jusqu'à présent les contenants utilisés sont les multipots 45 et 67, mais si la demande devient beaucoup plus forte, il sera possible d'initier la rhyzogénèse des boutures dans des contenants plus petits afin de maximiser la surface de multiplication et de rentabiliser ce genre de construction. Une fois les boutures enracinées, elles seront transplantées dans des contenants plus gros.

SECTION 3. HUMIDIFAN

La propagation par bouturage, des plantes ornementales, est une partie économiquement importante de la production. On doit porter énormément de soins et d'attention concernant la méthodologie appliquée et, lorsque de nouvelles techniques s'offrent à nous, il est bon de les connaître.

Quoique de nombreuses découvertes et mise au point ont été développées depuis plusieurs années, l'impossibilité de relier la propagation des boutures de toutes les espèces à une seule et même technique, nous montre qu'il y a encore beaucoup à faire.

La station expérimentale d'Agriculture "Hampton Roads", située en Virginie aux Etats-Unis a, depuis 1974, tenté de développer un concept de propagation qui éliminerait les faiblesses des techniques précédemment utilisées.

L'élimination du surplus d'eau qui survient sur le feuillage des boutures après un arrosage, causant alors un refroidissement du substrat, est l'objectif principal de la mise au point de la technique **HUMIDIFAN**; c'est-à-dire d'un système de propagation hautement ventilé et à haute humidité.

Concept du système de ventilation à haute humidité

Il s'agit d'une méthode de propagation où les boutures sont placées sous des conditions de température et d'humidité contrôlées. La température est maintenue à un certain degré par le contrôle de la quantité d'air chauffée par le soleil qui est expulsée. L'humidité est maintenue aussi près que possible du 100% en humidifiant toute entrée d'air. Cette méthode diffère des systèmes à haute humidité non ventilé, en contrôlant la température sans diminuer l'humidité. Il diffère également des brumisateurs en humidifiant directement l'air autour des boutures, à l'inverse des brumisateurs qui humidifient la surface des feuilles.

Le contrôle de la température et de l'humidité réduisent le stress que les boutures subissent lorsqu'elles sont soumises à des conditions de haute température et de basse humidité.

Ce système dépend de quatre facteurs:

1- la température de l'air ambiant et de l'humidité relative
2- le taux d'humidification de l'air entrant
3- le taux d'échange d'air
4- l'échange de l'air entre les boutures.

1- Air ambiant et humidité relative

L'humidité relative est la quantité maximale d'humidité que l'air peut contenir à une température et une pression donnée. L'air ambiant contient toujours un certain degré d'humidité. Lorsque la température de la serre augmente par le rayonnement solaire, cela cause une dilatation des molécules d'air, créant une plus grande capacité d'emmagasiner de l'humidité sans toutefois augmenter le degré d'humidité qui demeure constant dans l'air.

Lorsque la température diminue par l'air plus frais de la nuit, cela provoque une contraction des molécules d'air. En d'autres termes, à une humidité relative de 100%, l'air est saturé et ne peut plus contenir plus d'eau. Si un volume spécifique d'air de la serre est chauffé sans changer son contenu en eau, sa capacité de retenir l'eau augmente et l'humidité relative de l'air est diminuée. Pour chaque degré Fahrenheit que la température de l'air est augmentée, une baisse de 2% dans son humidité relative est prévue. (Figure 9)

Le refroidissement du même volume d'air augmente son humidité relative. S'il refroidit suffisamment, il devient saturé. Un refroidissement accru résulte en la condensation de vapeur d'eau. La température à laquelle une telle condensation se produit est appelée le point de rosée.

On a donc besoin d'humidificateurs pendant les heures diurnes où il y a une augmentation de température et rien ne nécessite leur utilisation pendant les heures nocturnes, si ce n'est en période de chaleur intense où de ventilation excessive qui assèche l'air.

2- Humidification de l'air entrant

L'humidification de l'air se fait lorsque l'air extérieur, entrant dans la serre, devient en contact avec de l'eau.

Le taux d'humidification disponible est déterminé par la quantité d'eau exposée à l'humidificateur et par la durée d'exposition de cette eau. Cette quantité d'eau est supérieure au besoin d'humidité car elle doit être divisée en une multitude de petites gouttelettes de moins de 50 microns de diamètre. La durée d'exposition est accrue par le transport de ces gouttelettes par le courant d'air. L'évaporation, pendant cette période d'humidification, réduit la grosseur des gouttelettes jusqu'à ce qu'elles deviennent flottantes et saturent l'air, et ce, malgré un léger mouvement d'air dans la serre.

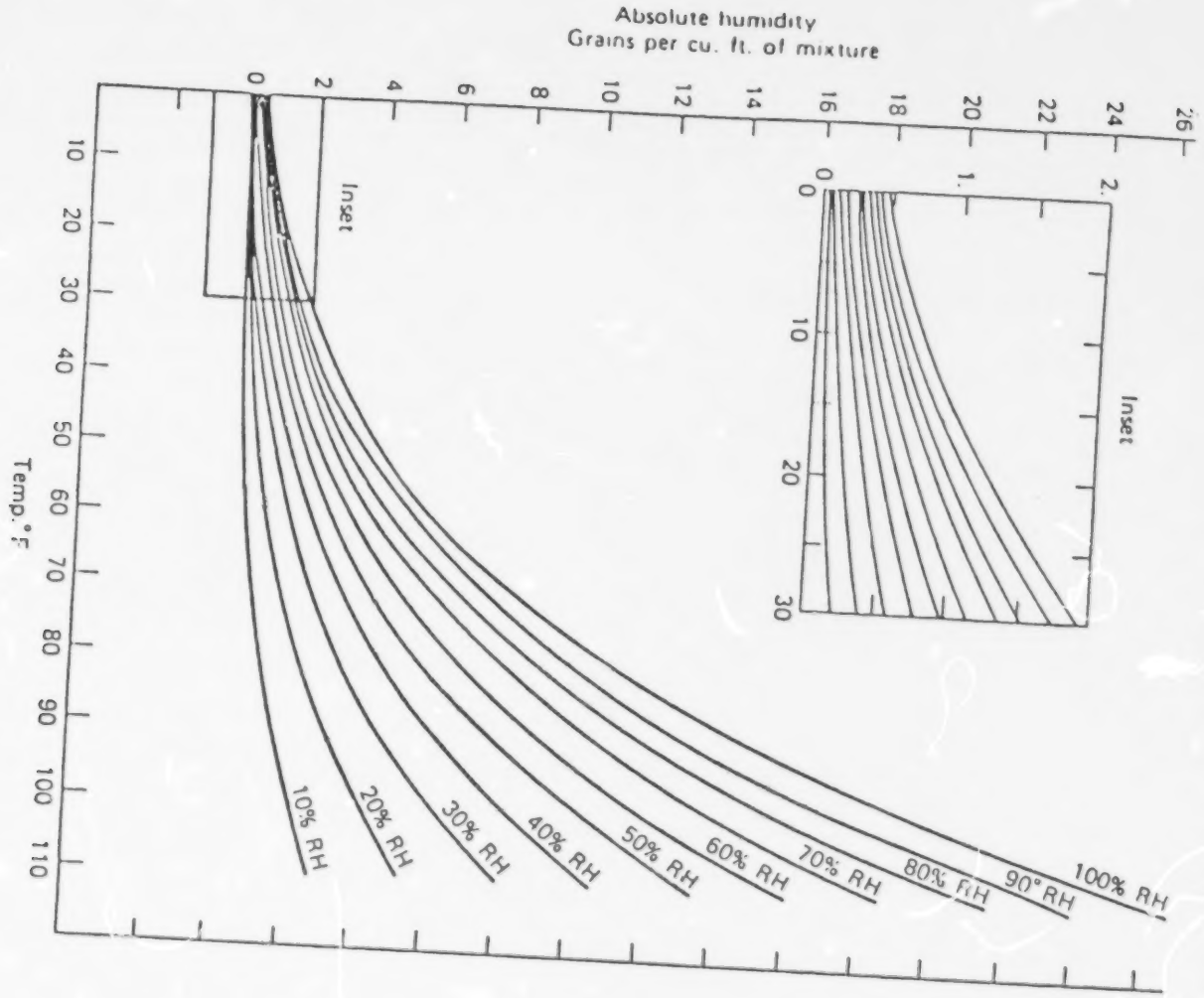

Absolute humidity
Grains per cu. ft. of mixture
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
Inset
0
1.
2.
10
20
30
Inset
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
Temp. °F
10% RH
20% RH
30% RH
40% RH
50% RH
60% RH
70% RH
80% RH
90° RH
100% RH

FIGURE 9

Les gouttelettes suspendues dans les courants d'air sont instables. Le mouvement d'air provoque des collisions, augmentant le diamètre des gouttelettes par une fusion de celles-ci, ralentissant la vitesse.

Pendant la période fraîche, les gouttelettes demeurent lourdes et la plupart d'entre-elles sont transportées vers la sortie d'air sans causer aucun problème. La grosseur des gouttes augmente également les chances de collision, causant une condensation et mouillant ainsi la surface des feuilles. Quoique cet ajustement ou cette stabilisation ne cause pas réellement de problème, un excès d'eau doit être ajusté en réduisant la quantité d'eau devant l'humidificateur.

Techniquement, 10 à 20 gallons d'eau sont nécessaires par heure, pour humidifier 1000 pi^2 de serres. Une plus petite quantité d'eau est nécessaire lorsque les périodes sont plus fraîches et ombragées. Un ombrage de 50-70% réduit la chaleur générée pendant la saison estivale et semble parfaitement adéquat pout l'enracinement des boutures. Une diminution de la chaleur est nécessaire pendant la saison estivale , mais n'est pas toujours requise pour la période hivernale. Pendant les périodes fraîches, la ventilation peut être arrêtée pour réduire les pertes de chaleur, mais les humidificateurs doivent demeurer fonctionnels pour remplacer l'humidité condensée sur les murs de la serre.
A ce moment la condensation peur être réduite en diminuant le taux d'humidification ou en retirant l'ombrière sur les serres afin d'augmenter la chaleur solaire.

3- Taux d'échange d'air

La radiation solaire réchauffe une serre de 7-8 degrés celcius de plus que l'air extérieur. Ceci est dû à un transfert lent de la chaleur intérieure vers l'air extérieur par les vitres ou le plastique de la serre. Pendant la saison estivale, cette augmentation de température est supérieure aux besoins des plantes pour leur croissance. Le refroidissement escompté doit se faire par d'autres moyens que le mouvement d'air. En utilisant un ventilateur , l'air intérieur peut être changé en dedans d'une minute.

Les équipements actuels ne peuvent pourvoir à une humidification qui réponde complètement à la demande. Une serre de 3000 pi^2 d'espace de plancher contient approximativement 35,000pi^3 d'air. Pour les humidificateurs capables d'humidifier 7000pi^3 d'air par minute, il faut un ventilateur qui ait la capacité de changer l'air une fois à toutes les cinq minutes. La combinaison du refroidissement causé par l'évaporation pendant la période d'humidification

et de l'expulsion de l'air chaud, est suffisante pour refroidir les boutures dans une serre ombragée.

L'ombrage des serres réduit l'intensité lumineuse, diminuant ainsi la chaleur produite donc la quantité de chaleur accumulée en trop, que doit éliminer le ventilateur.

La diminution de chaleur solaire peut être utilisée d'une part pour diminuer le taux d'humidification nécessaire ou d'autre part pour augmenter la surface couverte par chacun des humidificateurs. La solution d'ombrager les serres diminue la température et nécessite beaucoup moins d'ajustements pour obtenir le taux d'humidité requis.

La rhyzogénèse se fait avec des quantités de luminosité moindre et bien qu'il n'y ait pas de barèmes précis avec toutes les espèces, une diminution de 60-70% ne semble pas affecter significativement l'enracinement.

Il est important de mesurer la température au niveau des boutures. Lorsqu'elle est mesurée au dessus de celles-ci, elle peut être supérieure de 2-4 degrés celsius. La perception que l'homme a de la température à 100% d'humidité est très difficile et même innefficace; car une température élevée ressemble en tout point à une autre température élevée et cela devient très difficile à supporter. (Figure 9).

Pendant la saison fraîche, le taux d'échange d'air n'a pas besoin d'être élevé et un refroidissement excessif de la température affecterait le pourcentage d'enracinement des boutures. Un contrôle thermostatique du ventilateur de la sortie d'air doit être efficace pour fermer toute ventilation pendant les périodes fraîches et nuageuses. La température du substrat doit demeurer adéquate pour les boutures et doit être autour de 21-24 degrés celcius.

4- Echange d'air entre les boutures

Un des facteurs qui affecte le plus les boutures est le stress causé par le manque d'humidité et cela se reflète par la perte des feuilles. Ce phénomème s'observait souvent avant l'apparition des brumisateurs et s'observe encore lorsque l'humidité est mal ajustée pour la propagation. La faiblesse des systèmes d'humidificaton actuels provient du fait que l'humidité est accumulée à la surface des feuilles et le taux d'humidité entre les boutures est moindre que ce qu'il devrait être.

La lumière solaire passe au travers des surfaces de vitres ou de plastiques transparents et à travers l'air, sans se

réchauffer. Elle est absorbée par les surfaces opaques, spéciallement les surfaces vert foncé telles les feuilles et le substrat de propagation. Après absorbtion, la lumière est convertie en chaleur, radiée et conduite dans l'air entourant les boutures. L'humidité est diminuée par l'extension des molécules d'air chaud, ce qui peut causer une sécheresse et une éventuelle perte des feuilles. Le système de propagation à haute humidité et fortement ventilé est efficace seulement lorsque la circulation de l'air autour des boutures est adéquate pour réduire la chaleur générée par la lumière solaire. Une ventilation ordinaire bouge l'air à une vitesse approximative de 12 milles à l'heure et devient inadéquate pour bouger l'air aux distances requises pour la propagation. L'augmentation du flux d'air humide à une vitesse de 30 milles par heure permet une circulation efficace à une distance d'approximativement 35 pieds. (Figure 10)

Par de petites oscillations de l'humidificateur en un arc horizontal au dessus des boutures, la surface effective humidifiée est grandement augmentée. Puisque le mouvement d'air pour la ventilation circule d'une extrémité à l'autre de la serre, l'arc d'oscillation est plus efficace s'il ne circule pas contre le mouvement de l'air. Les humidificateurs placés sur les cotés de la serre travaillent de facon efficace dans un arc de 90 degrés. S'ils sont placés à une certaine distance des côtés, ils travaillent à 180 degrés.

Dans une situation où l'humidificateur est bien localisé, il peut faire circuler de l'air humide pour une superficie de 1000 pieds carrés de plancher. Sous des conditions fortement ombragées ou lorsque la saison est plus fraîche, la circulation entre les boutures peut être moins minutieuse. Alors la superficie que peut couvrir un humidificateur peut être doublée ou même triplée.

Mécanique d'un humidificateur pour la propagation ventilée à haute humidité.

Depuis le début de ces travaux en 1974, le Dr. Daniel C. Milbocker visait à créer un modèle d'humidificateur capable de ventiler à haute humidité. L'**HUMIDIFAN** est un humidificateur à haute humidité développé pour son efficacité. Il disperse 40 gallons d'eau/heure pour faire un brouillard et son courant d'air a été mesuré à 30 milles à l'heure afin de bouger un volume d'air de 7000pi^3 par minute. Ce jet d'air est essentiellement 'laminar', étant le plus souhaitable pour transporter un brouillard sous forme de petites gouttelettes. L'inertie produite est suffisamment efficace pour couvrir une distance d'au moins 35 pieds. Un oscillateur dirige ce jet en un arc ajustable jusqu'à 360 degrés, et est capable de couvrir au moins 1000 pi^2 de surface lorsqu'il est bien localisé. (Figures 11-12)

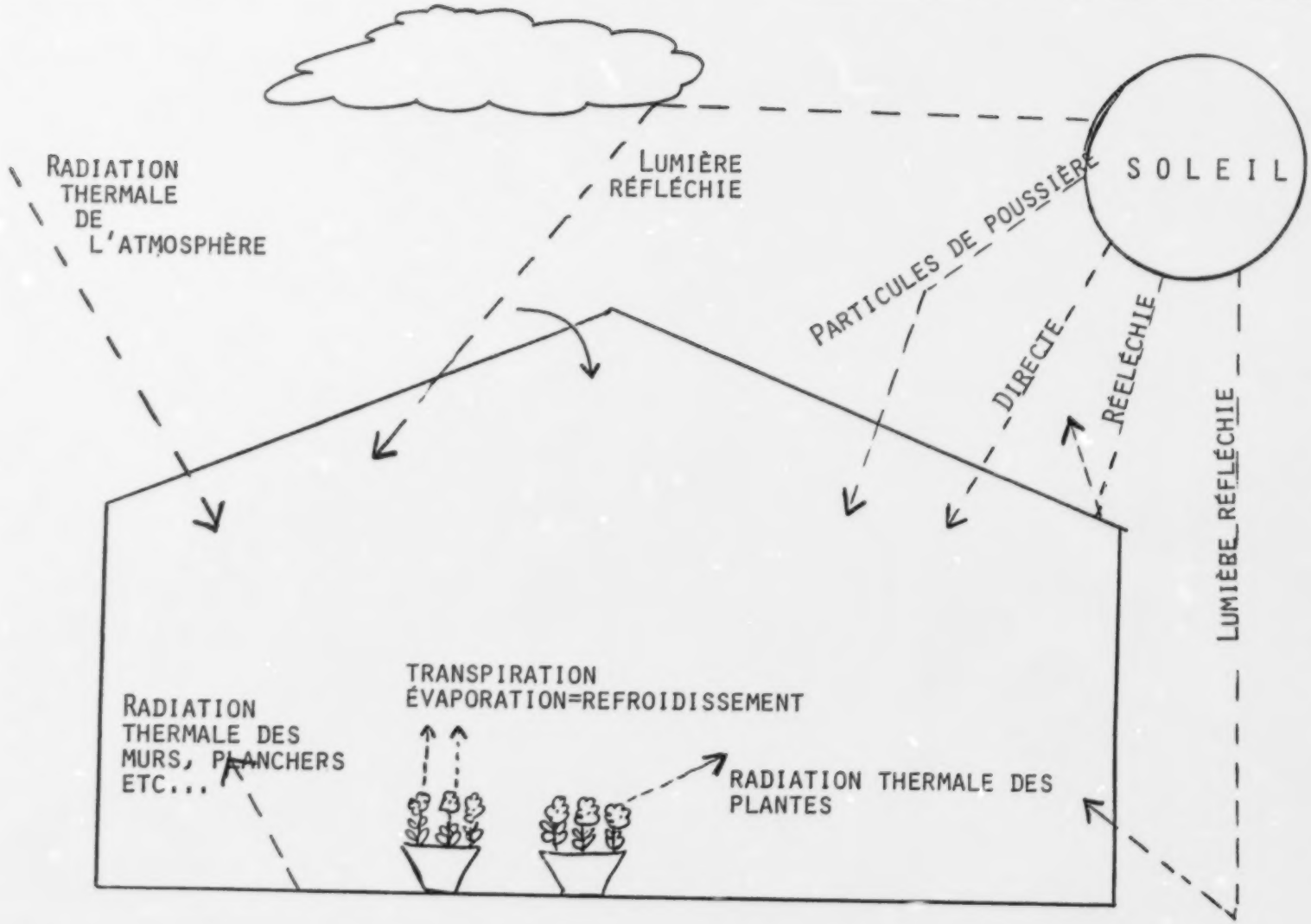


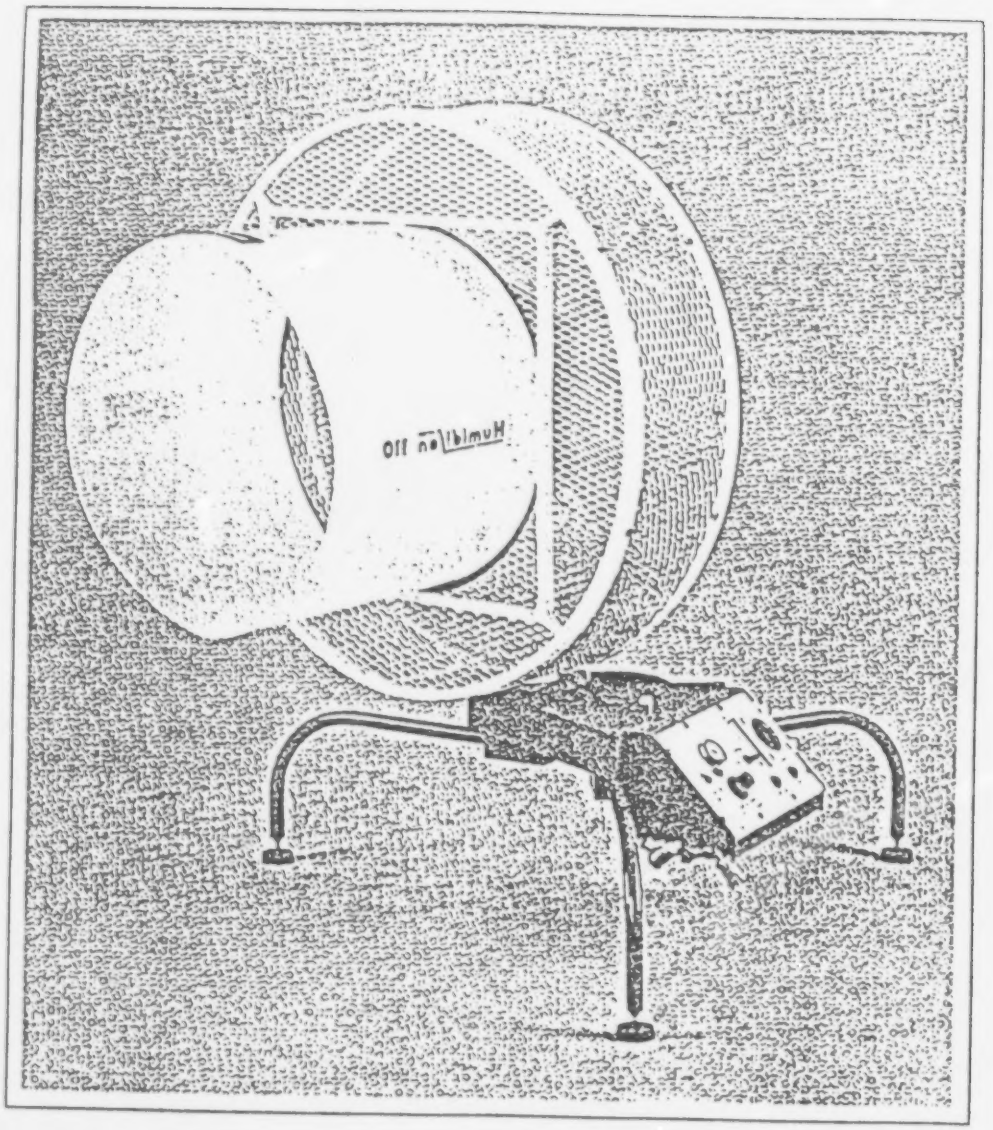
FIGURE 10. EQUILIBRE DE L'ÉNERGIE RADIANTE DANS UNE SERRE

E N R E S U M E

Energie radiante = --------→ passe à travers la couverture de serre.

(courtes longueurs d'ondes)

- partie réflectée par diverses surfaces et repasse le matériel de couverture.
- partie absorbée par les plantes, le sol, les bancs de serre, les allées et convertit en chaleur.
  - dissipée en <u>chaleur latente</u>: transpiration.
  - réchauffe l'air de la serre: conduction ou convection interne.
  - émise en radiation de longues longueurs d'ondes prisonnières = effet de serre.



THE PATENTED
HUMIDIFAN

FIGURE 11

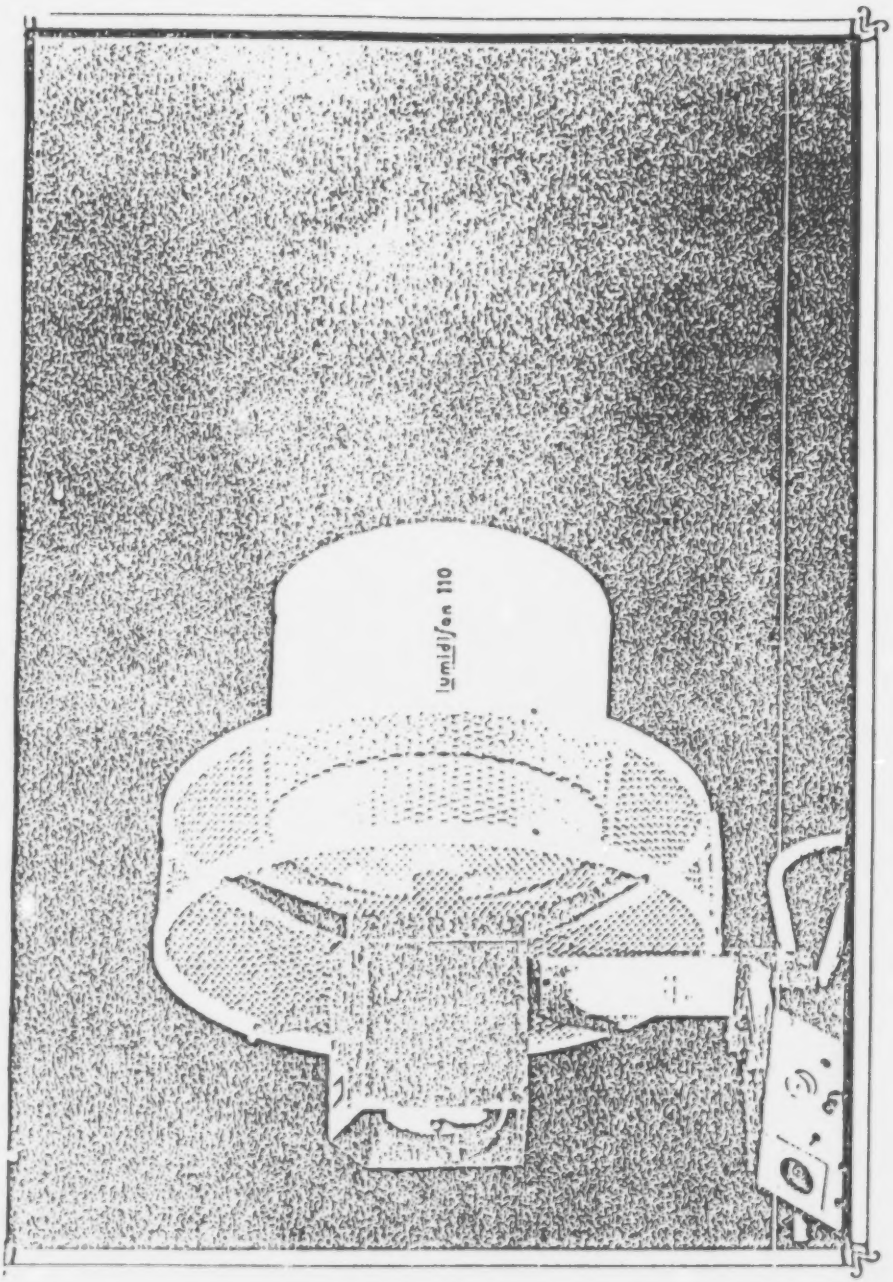


FIGURE 12. HUMIDIFAN 110

La production de brouillard nécessite beaucoup de dépenses d'énergie, laquelle n'est pas toujours disponible dans les serres. De plus, l'utilisation d'énergie non appropriée comme l'électricité ou de trop grandes quantités de tout autre énergie, n'est pas toujours désirable. L'efficacité et la précision pour la production d'un brouillard d'eau a été la première considération lors de la mise sur pieds de l'**HUMIDIFAN.**

La production de gouttelettes d'eau est généralement causée par l'accélération de l'eau à travers de petits gicleurs en augmentant la pression. La conversion de l'énergie d'une forme à l'autre, tel que convertir l'électricité en pression et ensuite en mouvement, résulte en une perte d'énergie. Donc l'élimination des conversions sauve de l'énergie.

L'**HUMIDIFAN** minimise la consommation d'énergie car la source d'énergie dispersant le brouillard entre les boutures est la même que celle utilisée pour produire le brouillard. Tous les ventilateurs produisent des turbulences ou rafales d'air, lesquelles sont considérées comme une forme de perte d'énergie. Pour l'**HUMIDIFAN**, la turbulence est utilisée pour produire le brouillard. A ce moment l'énergie perdue est utilisée dans un but utile.

Puisque la production de brouillard et la dispersion sont accomplies par une seule et même unité, les pertes d'énergie par friction sont réduites et même éliminées. L'utilisation d'une seule pièce amovible simplifie les opérations et augmente l'efficacité. L'élimination des gicleurs est également importante à considérer. De par leur nature, les gicleurs sont sujets à des problèmes de corrosion. Filtrer l'eau ne résout pas tous les problèmes, et pour obtenir une bonne efficacité, on doit les nettoyer régulièrement. La performance de l'**HUMIDIFAN** doit tenir compte seulement de l'ajustement de l'indicateur du mouvement d'air.

Exigences pour installer un ventilateur à haute humidité Propagation avec l'HUMIDIFAN

Il y a trois conditions à respecter pour installer correctement l'**HUMIDIFAN.**

1. Une serre ventilée par un ventilateur
2. Une serre ombragée
3. Un **HUMIDIFAN**

Puisque la recherche sur ce nouveu concept est à ses débuts, on doit comprendre que les ajustements ont été faits pour un certain nombre de types de serres, et que selon les circonstances et besoins, des éléments devront être vérifiés et testés. L'efficacité a été vérifiée pour une serre de pépinière de 30 x 100 pieds, en plastique de type quonset (Figure 13).

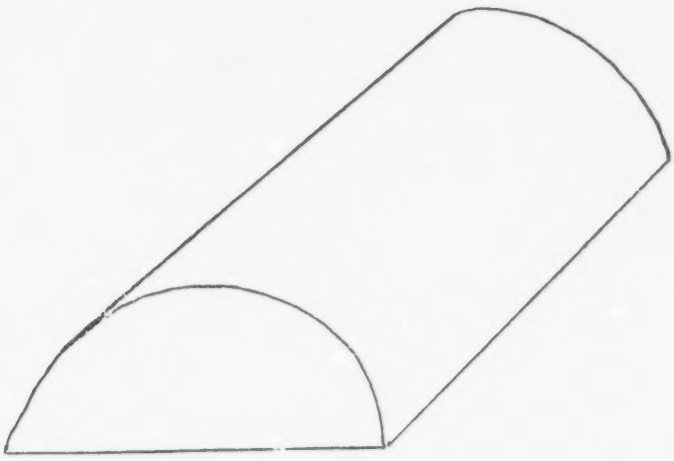


FIGURE 13. SERRE DE TYPE QUONSET

Ventilateur de la serre

Les serres qui sont refroidies essentiellement par des ventilateurs utilisent généralement de gros ventilateurs pour changer l'air rapidement. Le taux d'échange d'air doit donc être réduit pour répondre le plus possible aux besoins en humidité. Un petite ventilateur capable d'expulser 7000pi3 d'air par minute doit être installé ou encore on peut bloquer partiellement le potentiel d'un ventilateur plus gros déjà installé, de manière à permettre seulement l'expulsion de la quantité d'air nécessaire. Si le ventilateur est de type qui fait pénétrer l'air, l'humidificateur doit être situé entre le ventilateur et la zone de propagation. Si le ventilateur est, au contraire, de type qui expulse l'air, la prise d'air à la partie opposée de la serre, doit être controlée de façon à limiter l'entrée d'air près de l'humidificateur. Si seulement une partie de la serre est utilisée pour la propagation, l'aire de propagation doit être située de manière à être bordée par un mur de plastique pour maximiser l'humidification dans cette section sans interférer avec les courants d'air plus secs nécessaires à la section non-utilisée pour la propagation. Ce mur doit permettre à l'air chaud de s'échapper au dessus et se dirige vers la sortie d'air.

Une ouverture doit être faite pour laisser entrer l'air près de l'humidificateur. Lorsque seulement une partie de l'espace est utilisée pour la propagation, les ventilateurs de refroidissement doivent fonctionner sans restriction sauf que tout l'air qui entre doit être dirigée dans l'espace de propagation.

Ombrager la serre de propagation

Une ombrière diminuant l'intensité lumineuse de 50 à 70% doit être utilisée pour la période estivale, réduisant les radiations

solaires à des niveaux acceptables. L'espace près des murs est difficile à humidifier due à la convection des courants d'air. L'ombrière peut être retirée pendant la période hivernale pour augmenter la chaleur solaire dans les lits de propagation afin d'accélérer l'enracinement des boutures.

Installation de l'HUMIDIFAN dans la serre

L'humidité doit être de 100%, et cela non seulement au dessus des boutures mais également et surtout entre ces dernières.

L'**HUMIDIFAN** est spéciallement conçu pour humidifier entre les boutures. Son courant d'air à haute vitesse retire la chaleur à l'intérieur des lits de propagation couvrant une distance d'au moins 35 pieds.

L'**HUMIDIFAN** peut être installé en deux arrangements pour la propagation à l'intérieur d'une serre de 30 x 100 pieds. Premièrement, trois **HUMIDIFANS** peuvent être placés à 33 pieds d'intervalles le long d'une ligne centrale de la serre, débutant à la prise d'air (porte à l'extrémité opposée de la sortie d'air).

Pour le deuxième arrangement, la prise d'air peut être située au coin le plus loin du ventilateur expulsant l'air et 3 **HUMIDIFANS** sont placées à 33 pieds d'intervalles commencant à "l'entrée d'air" et alternant d'un côté et de l'autre.

Dans le premier modèle, les **HUMIDIFANS** travaillent sur des arcs de 180° et dans le second modèle sur des arcs opérant à 90°. Quelque soit la position, l'**HUMIDIFAN** doit diriger son flux d'air dans la direction de la ventilation ou pas plus de 90° de celle-ci.

Pendant les périodes très couvertes et nuageuses ou pendant la saison froide ou encore pour les boutures de bois dur, la couverture d'efficacité de l'humidification peut être étendue considérablement. Un compromis possible est de distancer les **HUMIDIFANS** à 50 pieds en augmentant son flux d'air. Cette surchage augmente l'eau près de l'humificateur. En dirigeant l'**HUMIDIFAN** contre la direction de la ventilation on double la surface couverte mais cela s'avère moins efficace pendant les périodes chaudes.

Des installations de propagation de niveau du sol ou près du niveau du sol sont faciles d'utilisation et le système d'**HUMIDIFAN** doit être installé au même niveau ou légèrement plus haut.

Cette méthode est relativement nouvelle en propagation. Les essais ont été faits pour plusieurs types de substrats tels que écorce de pin, sable, perlite, vermiculite, mousse de tourbe ou

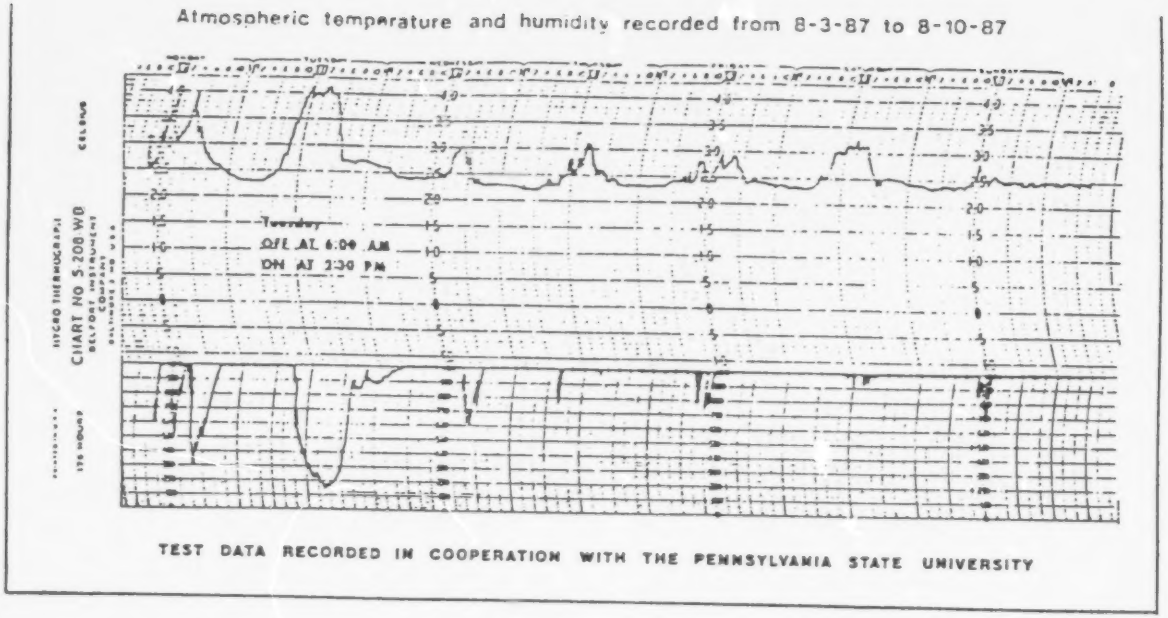
mélange de l'un ou l'autre de ces derniers. De bons résultats d'enraciment ont été notés pour chacun des substrats stériles ou semi-stériles, mais l'ajout d'un peu de mousse de tourbe donne de meilleurs résultats. Des milieux foncés semblent être meilleurs pour les saisons plus froides car ils conservent plus de chaleur et facilitent l'initiation radiculaire.

Des essais ont également été faits dans divers contenants tels que caissettes, lits de propagation sur le sol, ou divers contenants jusqu'à 3 gallons. Pour la plupart des espèces généralement propagées par boutures, le pourcentage d'enracinement est très bon lorsque les boutures sont directement placées dans le contenant. L'un des problèmes que l'on rencontre avec les boutures propagées directement au sol (les unes à côté des autres), est l'entremêlement des racines.

Une humidité élevée permet de réduire les pertes de chaleur, par évaporation, du substrat. Puisque le substrat est localisé au niveau même où la lumière est absorbée et se change en chaleur, l'atmosphère demeure quelques degrés au dessus de l'air ambiant, créant une source de chaleur naturelle. Cette chaleur, lorsque maintenue à un degré contrôlé, est bénéfique pour l'enracinement.

L'hormone d'enracinement est également efficace pour les rhizogénèse mais ne semble pas toujours adéquate en période estivale pour ce type de technologie, quoique les boutures difficiles à enraciner donne de bons résultats. La recherche est encore limitée et aucune conclusion générale ne peut être faite avec certitude.

Ce concept a été développé par le Dr. Daniel C. Milbocker. **HUMIDIFAN** est fabriqué à partir des matériaux durables, (de base polymères et métals), résistants, de plastique PVC et d'acier inoxidable. Ce système utilise l'eau courante, et l'électricité avec le courant 110 volts, 60 cycles.



The chart above shows the Celsius temperature and percent relative humidity. On Tuesday, the HUMIDIFAN was turned off for a period of time, showing the loss of control in both temperature and humidity.

FIGURE 14

SECTION 4. FOG SYSTEM

J'ai repéré un article français, qui explique un autre système de brumisation sous forme de brouillard: le Fog System. Voici dont de quoi il s'agit:

Système de diffusion de brouillard.: fog system

Le **Fog system** est un système pour humidifier et refroidir l'environnement de la plante. Ces deux fonctions sont parmi les deux plus importantes qui peuvent être faites pour aider à accroître la production. Quant une plante souffre à l'extrême à cause d'une température trop haute ou d'une humidité trop basse, elle fane. Mais longtemps avant qu'elle ne se fane, ses mécanismes naturels de survie agissent et les stomates se ferment. Des stomates fermés indiquent que la plante n'échange plus de gaz et donc ne fabrique plus de nourriture. La photosynthèse s'arrête et la plante ne pousse plus. Ceci est typique de chaque après-midi ensoleillé pendant quelques heures, même l'hiver. Si la plante ne pousse pas, la serre ne rapporte pas. Il faut donc éviter que la plante souffre et ce système est très efficace pour ça.

Les applications du système de diffusion de brouillard concernent le refroidissement, l'humidification, l'enracinement, la distribution d'engrais foliaire, le contrôle phytosanitaire et la protection contre le froid.

Le refroidissement

Le Fog system refroidit l'air par évaporation des minuscules goutelettes produites par le diffuseur. Ces goutelettes sont si petites qu'elles s'évaporent avant d'avoir eu le temps de tomber sur le sol ou sur les plantes. Le refroidissment par évaporation est dû à l'énergie requise pour transformer les gouttes de liquide en molécules de vapeur. Cette énergie est prise à l'air environnant sous forme de quantité de chaleur et le résultat est une baisse de température. L'un des avantages du Fog System sur le cooling avec panneaux est que les diffuseurs de brouillard peuvent être répartis également à travers la serre pour donner un refroidissement uniforme. Avec des panneaux, seul un côté de la serre, près des panneaux, est refroidi, tandis que l'autre partie de la serre est plus chaude et plus sèche.

Le contrôle de l'humidité

Pour garder les stomates ouverts et augmenter le temps de végétation l'air doit être refroidi et l'humidité augmentée. Le fog system accomplit cela par évaporation des petites gouttes de brouillard.

Dans une serre avec ventilation naturelle, la quantité de brouillard peut être contrôlée au niveau nécessaire pour produire l'humidité et la température désirée. Dans une serre fermée avec des ventilateurs, les diffuseurs de brouillard sont placés à l'entrée d'air pour humidifier et refroidir l'air entrant. Les lignes aériennes à travers les serres maintiennent les conditions désirées.

Multiplication-enracinement

La plupart du temps, pour la propagation et la multiplication, il faut empêcher les pertes par évaporation sans détremper ou lessiver le substrat. Ceci peut être fait avec un contrôle correct du Fog system. Lorsqu'il est correctement réglé, la perte par évaporation peut être limitée sans irriguer ou détremper le substrat. Ceci signifie que le substrat peut être maintenu au niveau optimum d'humidité avec une bonne aération des racines et sans évaporation au niveau des racines.

Engrais foliaire et contrôle phytosanitaire

Le Fog system peut être utilisé pour l'application contrôlée des engrais foliaires, des insecticides, des fongicides ou n'importe quelle autre substance liquide ou soluble dans l'eau. Si l'on forme un brouillard très dense dans la zone de culture, les goutellettes de brouillard vont s'étaler jusqu'au milieu des plantes et éventuellement mouiller le dessus et le dessous de la surface des feuilles, des troncs et des fleurs. Pour obtenir ce brouillard dense le taux de ventilation doit être gardé le plus bas possible et le système doit fonctionner en continu 5 à 10 minutes.

Protection contre le froid

Une autre utilisation importante concerne la prévention des dommages aux plantes dûs au gel.
Pour la protecton contre le gel,un brouillard dense est nécessaire pour réfléchir la quantité maximum de chaleur irradiée.
Le Fog system a également d'autres effets qui contribuent à prévenir les dommages par le gel. Les petites goutelettes produites par le diffuseur saturent l'air en humidité. Cette humidité se condense sur les surfaces froides et les calories dégagées par cette condensation réchauffe la feuille. Si cette eau gêle, encore de la chaleur supplémentaire est donnée ce qui protège la feuille du gel (ceci est le principe utilisé pour les systèmes d'aspersion).

Description du système

Le Fog system comprend à la base 3 parties différentes:

un système à haute pression

un système de lignes d'alimentation

les lignes de diffusion.

L'eau d'alimentation rentre dans le système haute pression où elle est filtrée, nettoyée et montée en pression. Cette eau à haute pression passe ensuite dans les lignes d'alimentation puis dans les lignes de diffusion où elle est transformée en gouteletes très petites par les diffuseurs de brouillard.

Le système haute pression consiste en une pompe haute pression et son moteur, un filtre, un système de distribution et de régulation, les contrôles automatiques et un système d'injection de chlore. Toutes les pièces constituant ce système sont en matériaux non corosifs tels que le bronze, plastique ou inox.

Le filtre et le régulateur de pression comprends deux jeux de filtres plus ou moins importants suivant la taille de l'installation. Le filtre à cartouche basse pression nettoie l'eau avant qu'elle n'entre dans la pompe. Le filtre haute pression est situé après la pompe pour compléter la filtration basse pression et s'assurer que seul l'eau propre sera envoyée dans les diffuseurs. Un régulateur de pression réglable permet de contrôler et d'ajuster la pression à 35 bars. L'eau non utilisée retourne à l'alimentation.

Un système d'injection de chlore est requis pour les eaux non traitées. Une petite quantité de chlore actif est injecté dans l'eau d'alimentation pour empêcher le développement de bactéries qui vivent de sels minéraux dissous dans l'eau. Ces bactéries forment un dépôt visqueux qui peut très facilement bloquer les diffuseurs si aucune protection n'est prise. Dans les grosse installations, ou si l'eau contient du fer, il faut prévoir une importante préfiltration après l'injection du chlore pour éliminer le précipité qui se forme par l'oxydation du fer sous l'action du chlore.

La diffusion se fait par les lignes de brouillard qui sont situées au dessus de la zone de culture en serres et en ombrières. Chaque ligne de brouillard est constitée de modules de diffusion de longueur 6 mètres habituellement, qui sont reliées entre eux par des manchons d'accouplement. Au bout de chaque ligne un bouchon démontable permet de rincer les lignes de diffusion.

Un module de diffusion comprend une longueur de tuyau haute pression et un certain nombre de selles de support. Les diffuseurs sont vissés dans les selles de support. Un module de diffusion peut comprendre de 1 à 80 diffuseurs, mais pour une installation normale en serre, il varie généralement de 3 à 10 par module 6 mètres. Chaque diffuseur possède individuellement un petit filtre placé avant l'orifice pour une protection finale contre les particules qui pourraient bloquer le diffuseur.

Dutrie Plants Marketing
1984. Lien horticole
no. 9 :20,22

Expérience de la pépinière Ste-Rose

La pépinière Ste-Rose, qui produit des milliers de boutures chaque année, a expérimenté certains contenants pour la multiplication de boutures feuillées et de conifères. Ces essais se sont portés sur les ECOPOT, les PAPERPOT et les JIFFY forestiers.

Tout est présentement à l'état expérimental et ce ne sont pas des observations scientifiques que je vais relater ici; mais simplement le fruit de leur travail qu'ils ont bien voulu partager avec nous.

Les essais avec les ECOPOT n'ont pas paru plaire. Plusieurs désavantages sont apparus au cours de la période de propagation. Le papier s'est décomposé trop vite, permettant aux racines de passer entre les cellules et causant un entremêlement des racines. Il reste donc après l'essai que des boutures qui ne se tiennent pas comme étant "mottées", mais qui ressemblent en tout point à des boutures produites à racines nues. Le coût de production augmente et ne donne pas le produit escompté.

Les essais faits avec le PAPERPOT semblent plus satisfaisants pour leurs besoins. Des boutures de Thuja, Potentilla, Euonymus, Spiraea, Cornus, et Prunus ont été essayées dans ces contenants de papier. Un des avantages qui semblent favoriser ce contenant, c'est la facilité de décoller chacune des cellules lorsque la bouture est enracinée, en humidifiant le papier. Les boutures forment donc une motte avec le substrat et cela facilite le transport ou les manipulations. Cette technique utilise des cabarets de plastique noir dans lesquels les cellules sont attachées. Ces cabarets, de par leur couleur, retiennent plus la chaleur que les contenants de styrofoam qu'ils utilisaient antérieurement, favorisant la transmission de chaleur des câbles chauffants. Le drainage de ces celllules a réglé également le problème qui se présentaient dans les autres contenants. Toutefois, il demeure que le coût est plus élevé, que cela nécessite plus de substrat, que la période de rhizogénèse est plus longue car il faut absolument que les boutures emplissent le contenant pour former une motte de racines.

5,000 boutures sont présentement à l'essai dans des cellules Jiffy. Il s'agit de petites pastilles de mousse de tourbe, qui une fois humidifiées, se gonflent et forment de petites cellules retenant le substrat. Le substrat est composé de tourbe uniquement mais les résultats ne s'en ressentent pas pour le moment. Pour les boutures de Prunus, la taille par l'air des racines qui s'échappent de la pastille, semble bénifique car la ramification à l'intérieur des contenants est très dense, formant une motte racinaire compacte. Les racines passent plus facilement à travers le contenant et tournent moins en rond que dans les PAPERPOT, où l'on a remarqué un enroulement de racines avant qu'elles ne pénètrent la pellicule de papier.

Expérience de la Pépinière d'Argenteuil

La pépinière d'Argenteuil se consacre seulement au semis forestier et utilise des IPL de 45 et 67 cellules.

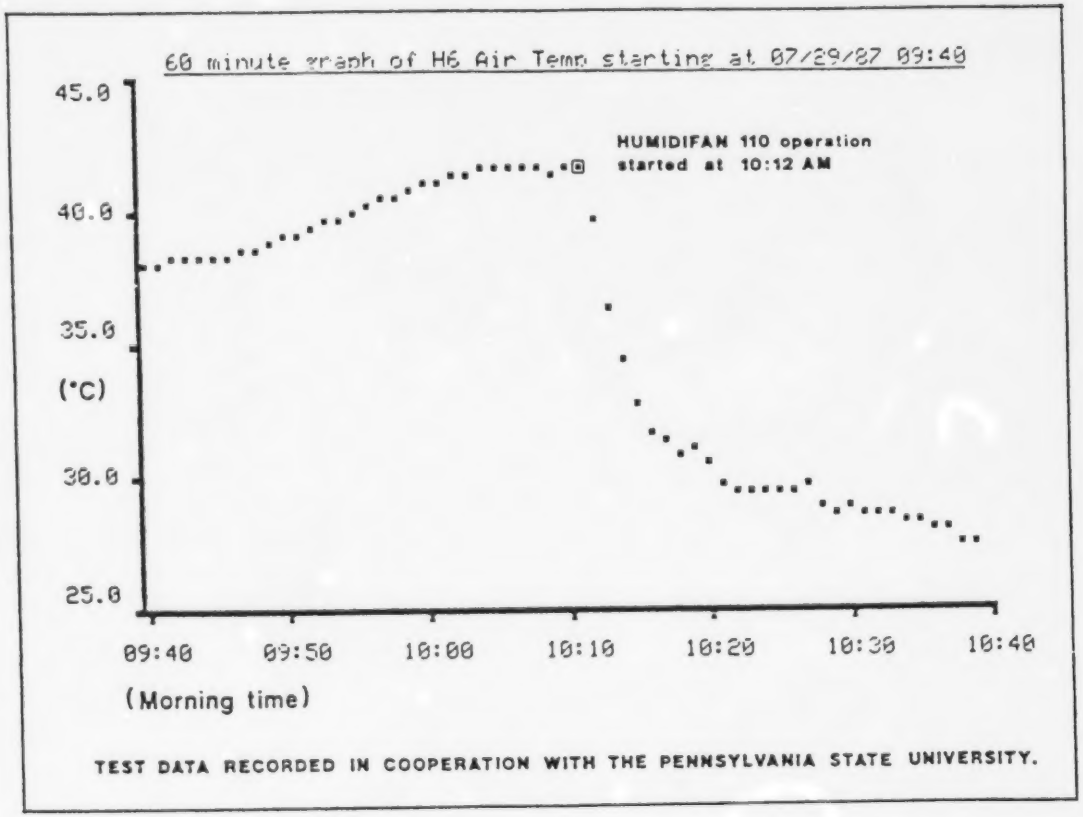
Des essais ont été faits avec des styroblock mais la durabilité du matériel, correspondant aux besoins de cette production, n'était pas suffisante.

L'utilisation de ces contenants ne résout pas les problèmes d'enroulement des racines et lorsque les plants sont replantés dans des terrains lourds, la reprise n'est pas à 100%.

On a essayé, à titre personnel, des boutures de Thuja, et les résultalts de la multiplication étaient très bons dans les IPL.

En conclusion, selon le type de production de chacun d'entre vous, il est difficile de recommander le choix d'un contenant et il faut adapter ce choix aux besoins et objectifs de son entreprise.

L'investissement est important et pour s'assurer de la rentabilité de cette technologie on doit être certain de modifier suffisamment la méthode de propagation afin de profiter des avantages complets du changement et non seulement modifier une seule partie de la production, car cela ne rentabilisera pas les sommes d'argent investies dans les contenants.



The chart above shows the air temperature drop (measured in degrees Celsius) by means of evaporative cooling produced by HUMIDIFAN 110. On a hot late July morning, the chart shows a pronounced drop only seconds after the HUMIDIFAN is started.

FIGURE 15

QUALITÉ DE L'EAU D'ARROSAGE

Conférence présentée

au

Colloque sur l'horticulture ornementale

Les 28 et 29 septembre 1988

par

Jean-Maurice Hamel

Ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation

JEAN-MAURICE HAMEL, AGRONOME
CONSEILLER EN PEPINIERE

QUALITE DE L'EAU D'ARROSAGE

Une des premières considérations techniques pour l'établissement ou l'expansion d'une culture en conteneur est la garantie d'un approvisionnement suffisant en eau de qualité. Comme il est possible d'estimer la réserve d'eau nécessaire pour irriguer une surface donnée, il est possible aussi d'évaluer la qualité de l'eau d'arrosage.

La qualité de l'eau peut se définir par la quantification des caractéristiques qui rendent cette eau convenable pour l'usage que l'on veut en faire. Ainsi l'eau pour irriguer des végétaux de pépinière n'a pas nécessairement besoin d'être potable. Elle doit cependant correspondre à certaines normes, à certains critères de qualité qui sont déterminés par:

1. Le pH
2. La dureté (teneur en $CaCO_3$)
3. La salinité (teneur en sels solubles)
4. La teneur en éléments nutritifs
5. L'absence de particules en suspension, d'algues, de pathogènes et d'éléments toxiques divers (herbicides)

1. Le pH

Pour faire un bref rappel, le pH réfère à la concentration d'ions hydrogène (H^+) dans la solution relativement à la concentration d'ions hydroxide. (OH^-)

Un pH bas correspond à une solution acide. Les ions hydrogène sont alors abondants et sont liés à la présence d'acides ou de divers produits organiques qui s'ionisent. C'est le cas des acides nitrique (HNO_3), phosphorique (H_3PO_4), sulfurique (H_2SO_4), de l'urée et de divers produits organiques. Le gaz carbonique dissout contribue aussi à acidifier la solution. L'eau en contact avec l'air atmosphérique absorbe du gaz carbonique (CO_2); ce qui contribue à une réduction du pH

$$CO_2(Gaz) + {}_3H_2O \leftrightharpoons H_2CO_3\ (CO_2 dissout) + 2H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H_3O^+ + H_2O \leftrightharpoons CO_3^{--} + {}_2H_3O^+$$

Un pH élevé correspond à une solution alcaline. L'alcalinité est attribuée à la présence des carbonates, bicarbonates et des hydroxides de calcium, de magnésium et de calcium.

Bien que le pH idéal de l'eau d'irrigation se situe entre 5.8 et 6.5, donc une valeur légèrement acide, des pH aussi élevés que 7.5 à 8.0 ne causeront pas de problèmes pourvu que le niveau des bicarbonates ne soit pas trop élevé, c'est-à-dire inférieur à 500 ppm (tableau 1). Si le pH est inférieur à 5.0 on notera des phénomènes de toxicité en fer, aluminium, manganèse et soufre.

Lorsque le pH est élevé c'est-à-dire supérieur à 7.0 et qu'il correspond à un niveau de bicarbonates élevé, l'acidification de l'eau s'avère particulièrement bénéfique pour éviter certaines réactions chimiques indésirables dans la solution. On élimine ainsi la formation et la précipitation des phosphates calciques. En solution acide, les phosphates demeurent dans leur forme bi-hydrogène ($H_2PO_3^-$), partiellement solubles. Les problèmes de colmatage des lignes d'irrigation sont fortement diminués. Les engrais solubles montrent une meilleure solubilité. Les éléments mineurs sont plus disponibles en solution légèrement acide. Lorsque le pH est trop élevé, c'est-à-dire supérieur à 7.0, plusieurs pesticides subissent une hydrolyse alcaline, une réaction irréversible qui neutralise jusqu'à un certain point l'efficacité du produit. Ainsi, le malathion perd 75% de son efficacité s'il demeure dans une solution à pH 7 pendant 5 heures. La demi-vie du Bénomyl est d'une heure à pH 6.5-7.0. Celle du Captan est de 3 heures à pH 7.1. Celle du Cygon de 12 heures à pH 6.

L'acidification de l'eau pose cependant certains problèmes pratiques. Ainsi lorsque l'on veut corriger le pH de l'eau, on ne peut pas se baser exclusivement sur le pH pour calculer les quantités des produits acidifiants à injecter dans la solution. Dépendamment de sa teneur en bicarbonates, l'eau a un pouvoir tampon plus ou moins important. Dans un premier temps, l'acide ajouté à l'eau ne fait que neutraliser les ions bicarbonates. Lorsque les ions bicarbonates sont neutralisés, l'acide ajouté s'ionise pour abaisser le pH de l'eau. La bonne quantité d'acide est souvent obtenue par tâtonnement.

NEUTRALISATION DES CARBONATES

- Avec l'acide nitrique: (HNO_3, 67.8, 15% N)

$$Ca(HCO_3)_2 + 2HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + 2CO_2 + H_2O$$

- Avec l'acide phosphorique: (H_3PO_4, 75%, 52% P_2O_5)

$$Ca(HCO_3)_2 + 2H_3PO_4 \longrightarrow Ca(H_2PO_4) + 2CO_2 + H_2O$$

- Avec l'acide sulfurique: (H_2SO_4, 98%)

$$Ca(HC)_3)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2CO_2 + H_2O$$

Quel acide choisir? Chaque produit présente des avantages et des inconvénients. L'acide nitrique fournit de l'azote mais il est très corrosif et dangereux à manipuler. L'acide phosphorique est très efficace mais comme il forme des phosphates de calcium ou de magnésium, il favorise le colmatage des lignes d'irrigation et peut rendre le fer insoluble. Enfin, l'acide sulfurique est peu coûteux mais il faut alors surveiller la teneur en sulfate (SO_4^-) de l'eau d'arrosage. Celle-ci ne doit pas dépasser 250-350 ppm (tableau 4) de sulfates. Au-delà de ces valeurs, la croissance risque d'être diminuée.

Les engrais acidifiants ne sont pas efficaces pour abaisser le pH de l'eau lorsque celle-ci contient un niveau élevé de bicarbonates. Ils sont cependant plus solubles et contribueront à diminuer la teneur de l'eau en bicarbonates. Dans les cas problèmes, l'injection d'un acide s'avère la seule technique efficace pour neutraliser les carbonates et ensuite abaisser le pH de l'eau.

L'injection d'un acide dans l'eau d'irrigation entraîne certaines difficultés. L'acide doit être ajouté à l'eau et jamais l'inverse.. EXPLOSION. De plus, si on ajoute de l'acide dans une solution nutritive concentrée contenant des nitrates, on accroît le potentiel corrosif du mélange. L'injection acide doit donc s'opérer séparément à l'aide d'un injecteur à 2 ou 3 têtes. Un injecteur à 3 têtes est particulièrement utile lorsque l'on prépare soi-même ses mélanges d'engrais solubles. On évite alors de fabriquer des solutions fertilisantes concentrées avec des engrais plus ou moins compatibles (Nitrate de calcium avec des sulfates ou des phosphates).

2. La dureté

Le degré de dureté de l'eau nous est fournit par sa teneur en carbonates de calcium ($CaCO_3$).

Tableau 1: Degré relatif de dureté de l'eau selon la quantité de $CaCO_3$.

Dureté (ppm de $CaCO_3$)	Degré de dureté
0 à 50	Très douce
50 à 100	Douce
100 à 200	Modérément douce
200 à 300	Dure
300 et plus	Très dure

Source: Bedding plants

Lorsque l'eau est dure, elle contient beaucoup de carbonates qui peuvent entraîner des dépôts calcaires dans les lignes d'irrigation, sur le feuillage, et même causer des chloroses sur les végétaux. Les eaux trop dures peuvent être traitées en injectant de l'acide pour maintenir le pH à des valeurs inférieures à 7.0. Une eau dure qui est aussi soufrée ne laisse pas de dépôts calcaires pourvu qu'elle contienne plus de 3 ppm de sulfure d'hydrogène (H_2S). Le sulfure d'hydrogène peut cependant causer un colmatage biologique en association avec certaines bactéries présentes dans l'eau et du fer dissout.

3. La salinité

La salinité se définit par la teneur en sels solubles de l'eau d'irrigation. Les sels les plus fréquemment rencontrés sont les bicarbonates (HCO_3^-), les sulfates (SO_4^{--}), les chlorures (Cl^-), les ions Ca^{++}, Mg^{++}, K^+ et Na^+. A moins d'être distillée, l'eau contient une certaine quantité de sels. Les fertilisants sont des sels. La présence de sels dans l'eau d'irrigation n'est pas nocive à moins qu'il y ait excès. Il devient alors difficile pour les végétaux d'absorber l'eau; les plantes fanent par temps chaud et la croissance est ralentie. On pourra même observer des brûlures aux racines. Voici un tableau d'interprétation de la salinité pour l'eau d'irrigation:

Tableau 2: Interprétation de la salinité.

Salinité	Interprétation
.0 à .25	Excellent
.25 à .75	Bon
.75 à 1.50	Moyen
1.50 à 2.00	Passable
2.00 et plus	Excessif

Source: Bedding plants

Il arrive parfois que la salinité des eaux souterraines soient trop élevée. Cette situation s'explique par la présence du chlorure de sodium (NaCl). Le sodium (Na^+) est un élément indésirable pour la croissance des végétaux ou du moins il est requis en très faibles quantités. Son effet négatif est cependant atténué si l'eau et/ou le substrat contiennent en même temps un niveau élevé de calcium et de magnésium. Le RAS (Rapport d'absorption du sodium) nous indique si la teneur en sodium peut être nocive aux végétaux. Ce rapport se calcule comme suit:

$$RAS = \frac{(Na^+) \text{ en ppm (meq/l.)}}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^+}{2}}}$$

Ce rapport doit être inférieur à certaines valeurs qui sont fonctions de la salinité (tableau 3), sinon le sodium (Na^+) est en excès et entraîne des problèmes de croissance. On peut tenter de réduire ce haut niveau de sodium par l'apport de nitrate de calcium et de sulfate de magnésium. On calculera à nouveau le RAS et s'il demeure trop élevé, cette eau d'irrigation est contre-indiquée.

Si la salinité de l'eau est élevée mais qu'elle ne semble pas poser de problèmes apparents, il faut s'assurer que le pot est toujours mouillé au complet lors de l'arrosage. Les irrigations doivent être plus fréquentes et on évite tout déssèchement du substrat car la salinité pourrait augmenter rapidement.

Tableau 3: Interprétation de l'indice R.A.S. en fonction de la salinité des eaux d'irrigation.

Salinité (mmho/cm)	Classification de l'indice R.A.S. par groupe de risques			
	Faibles	Moyens	Elevés	Très élevés
Faible (0-0,25)	0-9	9-15	15-24	24 et +
Moyenne (0,25-0,75)	0-7	6-13	13-20	20 et +
Elevée (0,75-2,25)	0-5	5-10	10-15	15 et +
Excessive (2,25 et +)	0-3	3- 7	7-10	12 et +

Source: Centre de développement des cultures abritées, 1982.

4. Teneur en éléments nutritifs

L'eau d'arrosage contient divers éléments requis pour la croissance des plantes, dont le calcium, le magnésium, le fer, le manganèse, le cuivre, le zinc, le soufre, etc. Cependant, elle contient habituellement peu de nitrates sous formes nitriques ou ammoniacales, de phosphates et de potassium. Elle peut contenir aussi des éléments indésirables comme le chlore et le fluor. Le tableau 4 établit la teneur maximale des divers ions présents dans l'eau d'irrigation.

Tableau 4: Teneur maximale en ions présents dans l'eau d'irrigation.

Ions	Teneur maximale (ppm)
Calcium (Ca^{++})	100
Magnésium (Mg^{++})	25 à 50
Sodium (Na^{+})	50
Bicarbonates (HCO_3^{-})	500
Sulfate (SO_4^{--})	250 à 350
Chlorure (Cl^{-})	70
Bore	2
Fluor	7
Cuivre	.2
Fer	.5 à 1.0
Manganèse	2.0
Zinc	5.0
Aluminium	1.0

Source: Centre de développement des cultures abritées, 1982.

Certains éléments présents dans l'eau d'irrigation peuvent réduire ou éliminer l'apport de certains fertilisants. Ainsi, une eau d'irrigation qui contiendrait plus de 100 ppm de calcium (Ca^{++}) et 50 ppm de magnésium (Mg^{++}) suffirait aux besoins des végétaux pour ces deux éléments. Ces éléments ne devraient pas faire partie des formules fertilisantes ou être ajoutés au substrat avant culture sous formes d'amendements calcaires ou d'engrais chimiques.

Des éléments mineurs présents en trop grandes quantités peuvent causer certains problèmes. Nous pensons particulièrement au fer. Quand il est dissout dans l'eau ou encore sous formes ferreuses, il n'est pas nuisible. Cependant, quand il est exposé à l'oxygène, il se convertit en forme ferrique et provoque des dépôts boueux dans les lignes d'irrigation et sur le feuillage. Il peut en résulter une croissance réduite pour les végétaux et surtout une altération de leur apparence. La teneur de l'eau en fer ne devrait pas dépasser .5 ppm.

5. Qualités physiques

En plus d'une composition chimique adéquate, l'eau d'irrigation doit aussi présenter quelques caractéristiques physiques importantes dont l'absence de particules en suspension, d'algues et d'organismes pathogènes.

Les particules en suspension (sables, limons, argiles) entraînent l'achat d'équipement de filtration ou requièrent le nettoyage régulier du système d'irrigation et/ou des vannes drainantes automatiques.

Les algues constituent un problème majeur dans les étangs d'irrigation. En plus de leur potentiel de colmatage des lignes d'irrigation, elles contribuent à augmenter le pH de l'eau et peuvent produire des substances toxiques en se décomposant.

Les eaux d'irrigation provenant d'eau de surface (rivières, ruisseaux, étangs) peuvent contenir des organismes pathogènes des genres Phytophtora et Pythium. Ces champignons causent des pourritures de collet et/ou de racines plus ou moins apparents mais dont l'impact sur la croissance est négatif.

Pour corriger ou du moins atténuer les problèmes liés à la présence d'algues et de pathogènes dans les eaux d'irrigation, la chloration de l'eau s'avère une technique efficace et peu coûteuse. Deux (2) à cinq (5) ppm de chlore sont normalement suffisants pour obtenir un bon contrôle des algues et des pathogènes. Dans son volume sur la culture en conteneurs, Whitcomb rapporte que l'injection de 10 ppm de chlore n'a pas d'effet nocif sur les végétaux et contrôle partiellement les mousses du genre Marchantia polymorpha, un problème dans quelques pépinières.

Si la source d'eau est à proximité des aires de culture et que les eaux de percolation et de ruissellement s'y déversent partiellement, on surveillera de très près la présence d'herbicides qui risquent de s'y accumuler. Comme chaque pépiniériste connait les produits qu'il utilise, il peut faire analyser au besoin l'eau d'irrigation afin d'y détecter la présence d'herbicides.

Conclusion

Les qualités de l'eau ne se voient habituellement pas à moins qu'il ne s'agisse de certaines caractéristiques physiques comme la turbidité ou la présence d'algues. Une appréciation qualitative de l'eau d'irrigation exige une analyse chimique comprenant les paramètres suivants: le pH, la dureté, la salinité et la teneur en éléments majeurs et mineurs comme le calcium, le magnésium, le fer et les sulfates. Des analyses plus spécifiques peuvent être analysées pour résoudre des problèmes particuliers ou vérifier l'efficacité des traitements d'eau.

Références

BOIVIN, C. et H. MORIN, 1986, Comment contrôler le pH de la solution nutritive, Québec Vert, nov. 86, pp. 28-29.

C.P.V.Q., 1984, Légumes de serre, culture.

CHARPENTIER, S., 1985, Equilibres chimiques et précipitations dans les solutions nutritives, P.H.M. - Revue horticole, No 258, Juillet 1985, PP. 19-24.

DAVIDSON, H. et R. MECKLENBURG, 1981, Nursery Management, Administration and culture, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 450 p.

RIOUX, J.-A., 1986, La qualité de l'eau et la culture en contenants, Québec Vert, Nov. 86, pp. 30-32.

SWANSON, B.T., 1982, How to get and keeps the right kind of water, American Nurseryman, January 15, 1982 pp. 99 et ss.

SWANSON, B.T., 1984, Irrigation water quality affects a plant's health and salability, American Nyrseryman, May 15, 1984, pp. 67 et ss.

TREMBLAY, N., 1987, La qualité de l'eau d'irrigation dans les serres, l'Horticulteur, oct. 87, pp 10-14.

VINCENT, C. et D. BOUCHARD, 1987, Le pH de l'eau et l'efficacité des traitements pesticides, L'Horticulteur, Nov. 87, pp. 14-17.

WHITCOMB, C.E., 1984, Plant production in containers, Lacebark Publications, Oklahoma, U.S.A., 635 p.

INFLUENCE DE DIFFÉRENTS NIVEAUX ET MODES DE FERTILISATION SUR LA CROISSANCE DES PLANTES DE PÉPINIERE CULTIVÉES EN CONTENANTS

Conférence présentée

au

Colloque sur l'horticulture ornementale

Les 28 et 29 septembre 1988

par

Claude Vallée

Centre de recherche PREMIER

Jacques-André Rioux

Université Laval

INFLUENCE DE DIFFÉRENTS NIVEAUX ET MODES DE FERTILISATION SUR LA CROISSANCE DES PLANTES DE PÉPINIERE CULTIVÉES EN CONTENANTS

Claude Vallée, Chargé de projet, Centre de recherche Premier, Les Tourbières Premier Ltée., 454 Chemin Témiscouata, C.P. 2600, Rivière du Loup, Québec, G5R 4C9

Jacques André Rioux, Professeur, Département de phytologie, Université Laval, Québec, G1K 7P4

Introduction

La culture en contenants est arrivée au Québec depuis environ une douzaine d'années. Ce mode de culture offre des avantages considérables pour les producteurs mais, par contre, est totalement différent de la culture traditionnelle de plein champ. Une des différences majeures entre les deux types de culture consiste en la régie de fertilisation qu'on doit leur apporter. Les contenants ne renferment qu'une faible quantité de substrat, dont les composantes, ramener sur une base volumique, contiennent peu d'éléments nutritifs et possèdent une faible capacité à les retenir. Ce qui signifie que le substrat de culture ne constitue pas un grand réservoir d'éléments nutritifs pour la plante. Et ce d'autant plus que la culture en contenants nécessite de fréquentes irrigations qui lessivent les éléments nutritifs du substrat.

C'est donc par le biais d'une fertilisation rigoureuse que la nutrition minérale des plantes doit être assurée.

Au Québec, la recherche dans le domaine de la fertilisation n'est encore qu'à ses débuts. C'est pourquoi, au printemps 1985, nous avons entrepris à l'Université Laval une étude afin d'évaluer si oui ou non, les recommandations en provenance des Etats-Unis, de l'Europe et des provinces voisines sont applicables aux conditions climatiques du Québec, et ce, avec ou sans modifications. Cet exposé se propose de vous faire part des résultats de recherche obtenus.

Méthodologie expérimentale

L'expérience a débuté au printemps 1985, des essais ont été effectués sur les espèces et cultivars suivants:

On les regroupe ici par types de croissance.

	année de croissance
espèces à feuillage caduque;	
croissance lente;	
- Spirea niponica	1er
- Ribes alpinum ''Smithii'	1er
croissance rapide;	
- Rosa X 'Métis'	1er
- Rosa X 'Martin Frobischer'	1er
- Salix purpurea 'Nana'	1er
espèces à feuillage persistant;	
croissance lente;	
- Rhododendron X Ramapo	1er
- Rhododendron X Ramapo	3e
conifères;	
croissance continue;	
- Thuja occidentalis 'Woodwardii'	1er
- Thuja occidentalis 'Woodwardii'	2e
- Thuja occidentalis 'Smarag'	3e
une croissance annuelle;	
- Pinus nigra 'Austriaca'	3e

Tous ces plants proviennent de jeunes boutures cultivées au Québec à l'exception de Pinus nigra qui est issu de semis. Ces jeunes plants ont été empotées dans des contenants de plastique rigide noir d'une capacité de 5 L.

Les hypothèses de recherche étaient les suivantes:

- les besoins en éléments nutritifs sont variables d'une espèce à l'autre.
- la disponibilité des éléments nutritifs est dépendante de la composition du substrat utilisé.

Nos objectifs étaient les suivants:

1- Déterminer, en fonction de l'espèce et du substrat, les niveaux de fertilisation et les modes

d'application les plus adéquats dans le but d'obtenir une croissance optimale.

2- Effectuer un suivi de la disponibilité des éléments nutritifs dans la solution du substrat en fonction des différentes fertilisations et du type de substrat utilisé.

Pour ce faire, les arbustes nommés précédemment ont donc été soumis aux 5 types de fertilisation énumérés au tableau 1 et cultivés dans les deux substrats suivants:

substrat "a" : Tourbe : sable (50:50 v/v)
substrat "b" : Tourbe : sciure fraîche de bois de conifères: sable (40:40:20 v/v)

Tableau 1. Composition des cinq programmes de fertilisation

Programmes de fertilisation	1	2	3	4	5
Fertilisation de base (Kg/m3)					
Nutricote® 16-10-10 (type 180 jours)	4,5	1	0	0	0
Superphosphate 0-20-0	1,5	0,5	0,5	0	0
Sulfate de potassium	0,3	0	0	0	0
Oligo-éléments (Micromax®)	0,5	0,5	0,5	0	0
Chaux dolomitique*					
Fertilisation liquide (g/ L)					
20-20-20 appliqué hebdomadairement	0	2	2	0	0
Solutions nutritives **					
solution "Brown"	0	0	0	+	0
solution "Coïc et Lesaint"	0	0	0	0	+

*Ajoutée de façon à fixer le pH entre 5,5 et 6,0 .
** voir annexe 1

La fertilisation no.1 correspond à une recommandation Ontarienne et Américaine. La fertilisation no.2 est une recommandation Américaine, la fertilisation no.3 est fréquemment employée par les pépinièristes Québéquois, la fertilisation no. 4 est une recommandation qui provient de Louisianne et la

fertilisation no.5 provient de France. Il est à noter que la concentration en azote des différentes fertilisations respecte l'ordre suivant: 1<3<2<4<5 ; la fetilisation 1 étant la plus pauvre en cet élément et la fertilisation 5 la plus riche.

Les fertilisations ont débutées au début du mois de mai pour se terminer le 30 août.

Les solutions nutritives ont été appliquées tous les jours de la semaine exception faite des samedis et dimanches, à raison d'un demi-litre de solution par plante.

Les engrais solubles ont été appliqués hebdomadairement à raison d'un demi-litre de solution par plante.

Les engrais à libération lente ont été répartis en surface du substrat quelque jours après l'empotage.

Les journées où aucun engrais n'était appliqué, les plantes étaient arrosées à raison d'un demi litre d'eau par pot (de façon à ce que tous les plantes reçoivent la même quantité d'eau), et au besoin, à l'aide d'un système d'irrigation muni de gicleurs.

Les contenants ont été disposés sur une pellicule plastique noir recouvrant le sol.

Les prises de données ainsi que les analyses effectuées étaient les suivantes:

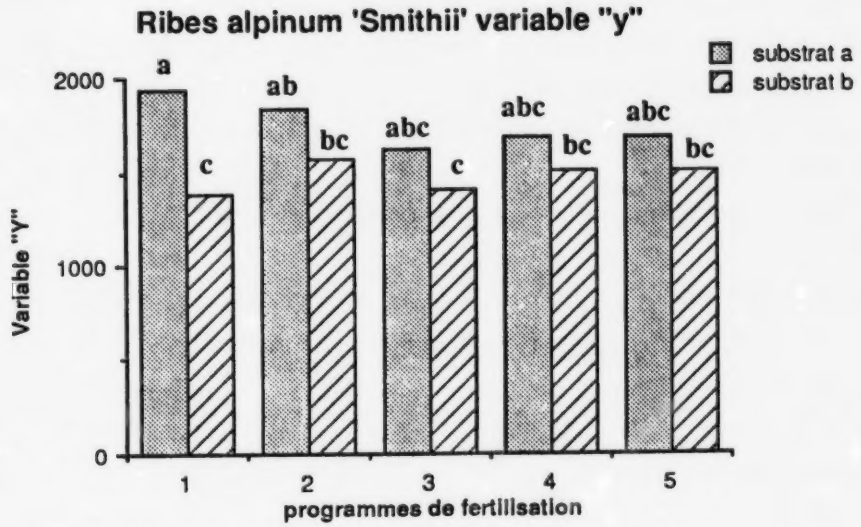
- Evaluation de la croissance ;
  - -Hauteur des plantes
  - -Largeur des plantes
  - -Masse sèche des parties aériennes
  - -Masse sèche des racines
  - -Evaluations visuelles
- -Analyses minérales;
  - -Analyses foliaires
  - -Disponibilité des éléments nutritifs dans la solution du substrat (analyse S.M.E.)

Ici pour résumé, nous laissons de côté les analyses minérales pour nous concentrer sur la présentation d'une partie des données de croissances effectuées, et ce, sur les espèces et cultivars les plus représentatifs.

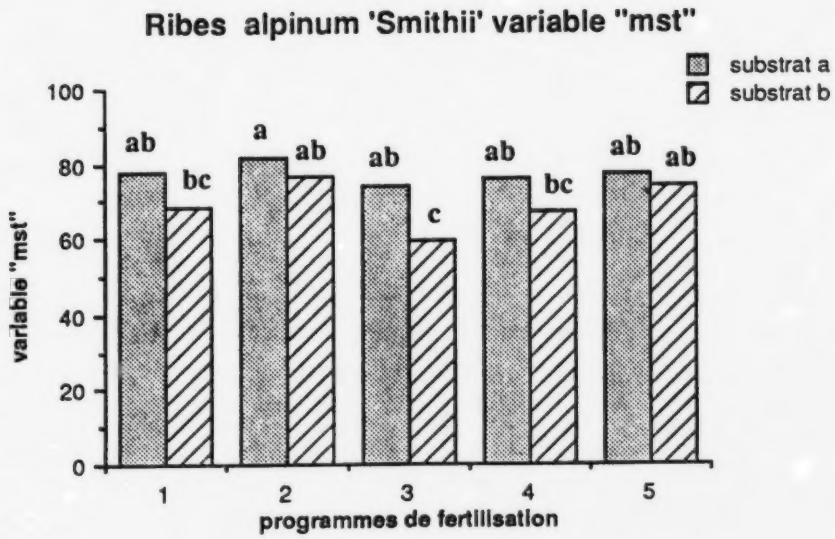
Ribes alpinum 'Smithii'

Le graphique 1 présente la croissance des plants en fonction des différentes fertilisations et des deux substrats. La croissance des plantes est quantifiée en terme d'allongement des tiges en mesurant

Graphique 1



Graphique 2



la largeur (cm.) ainsi que la hauteur (cm.) des plants en début et en fin de saison. Notre variable de croissance est obtenu par le calcul suivant

$$Y = \underset{\text{en début de saison}}{(\text{hauteur X largeur})} - \underset{\text{en fin de saison}}{(\text{hauteur X largeur})}$$

Les fertilisations sont indiqées en bas sur l'axe des x et sur le côté on apperçoit, la variable de croissance "Y" des plantes.

Les colonnes foncées représentent le substrat "a" et les colonnes plus pâles le substrat "b".

Chaque colonne identifier d'une même lettre ne sont pas significativement différentes. Lorsque les lettres sont différentes, il y a différence significative.

- On peut voir pour l'espèce Ribes alpinum 'Smithii' qu'il n'y a pas de différences de croissance significatives entre les fertilisations, et ce, à l'intérieur des deux substrats (graphique 1). Par contre, il y a une différence significative entre les substrats. Le substrat "a" donne de meilleurs résultats que la substrat "b". Cette réponse aux deux substrats s'explique en grande partie par la nature même du mélange utilisé Le substrat "b" est constitué de 40% de sciure fraîche de bois de conifères. Or, ce constituant possède une capacité d'échange cationique faible par rapport à la tourbe. Par conséquent, il adsorbe et retient moins les éléments minéraux que le substrat "a". Il retient également moins l'eau, il est plus sujet à la sécheresse et il nécessite de fréqentes irrigation qui ont tendance à provoquer un lessivage plus important. Par ailleurs, la décomposition du bran de scie étant plus rapide que celle de la tourbe, une consommation supplémentaire d'azote est faite par les microorganismes responsables de cette décomposition. Une compétition avec la plante peut alors s'instaurer si les apports d'azote ne sont pas effectués en quantité suffisante. On observe à ce moment une diminution de la croissance de la plante.

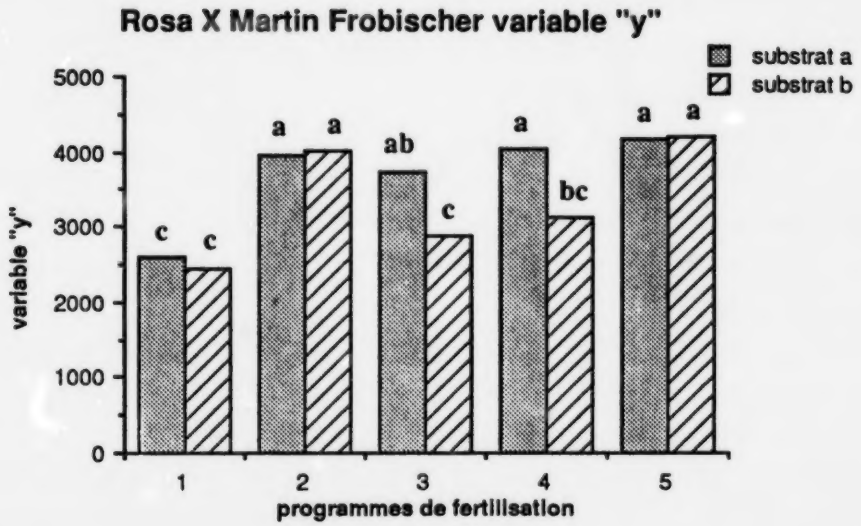
Si on regarde le graphique d'une façon globale, on peut voir une légère tendance en faveur des fertilisations 1 et 2 qui contiennent toutes deux des engrais à libération lênte.

- Maintenant, si on regarde la matière sèche des tiges (graphique 2), on s'apperçoit qu'il n'y a pas beaucoup de différences entre les fertilisations pour le substrat "a" et que seule la fertilisation 3 est inférieure aux autres pour le substrat "b". La plupart des fertilisations apportées répondent donc aux besoins nutritionnels de cette espèce.

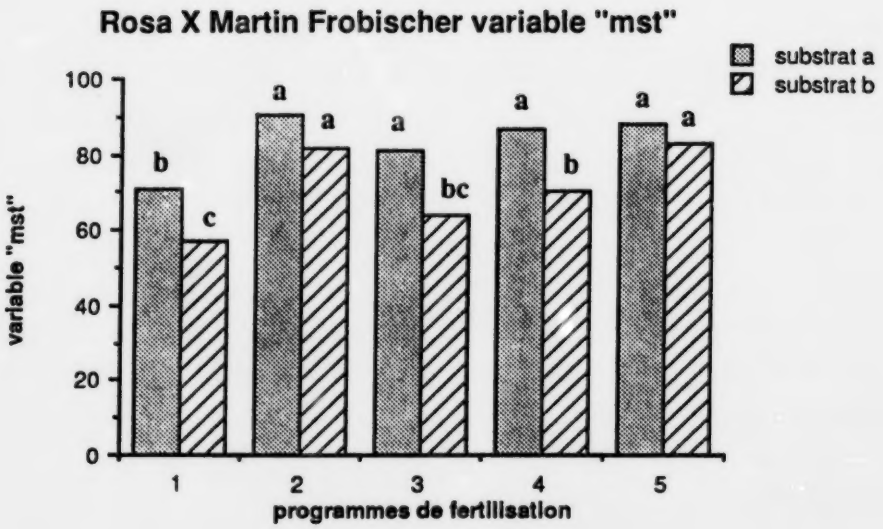
Rosa X 'Martin Frobischer'

- Les fertilisations 2-3-4 et 5 donnent de bons résultats avec le substrat "a" mais, par contre, seul les fertilisations 2 et 5 sont supérieures pour le substrat "b" (graphique 3).

Graphique 3



Graphique 4



- En ce qui concerne la matière sèche des tiges, on observe encore les mêmes résultats. Cette espèce semble apprécier des apports azotés plus élevés.

Il est a noter, encore une fois, la supériorité du substrat "a".

Salix purpurea 'nana'

- Le graphique 5 laisse voir une nette supériorité de la fertilisation 5, et ce, pour les deux substrats. On note également une 6e fertilisation, elle représente en fait la même quantité de 20-20-20 appliquée dans la fertilisation 3 mais répartie à petites doses sur 5 journées de la semaine au lieu d'être appliquer à l'intérieur d'une seule irrigation. On peut voir qu'il n'y a pas de différences entre ces 2 modes d'application pour salix.
- En ce qui concerne la matière sèche des tiges, on observe les mêmes résultats (graphique 6). Salix purpurea 'nana' a donc besoin, pour une bonne croissance, d'apports élevés en azote.

Thuja occidentalis "Woodwardii'

- Pour le substrat "a", on peut voir que les fertilisations 2 et 3 donnent de meilleures résultats. Pour le substrat "b", on remarque une supériorité de la fertilisation 3 (graphique 7).

- Si l'on regarde maintenant la matière sèche des tiges (graphique 8), on remarque des résultats un peu différents. Pour le substrat "a", les résultats sont toujours excellents avec les fertilisations 2 et 3, mais ici, s'ajoute également la fertilisation 5. Pour le substrat "b", la fertilisation 2 donne de meilleures résultats et non plus la fertilisation 3.

Ceci peut s'expliquer par le fait que la fertilisation 3 donne , pour le substrat "b", des plants de bonnes dimensions mais peu fournis.

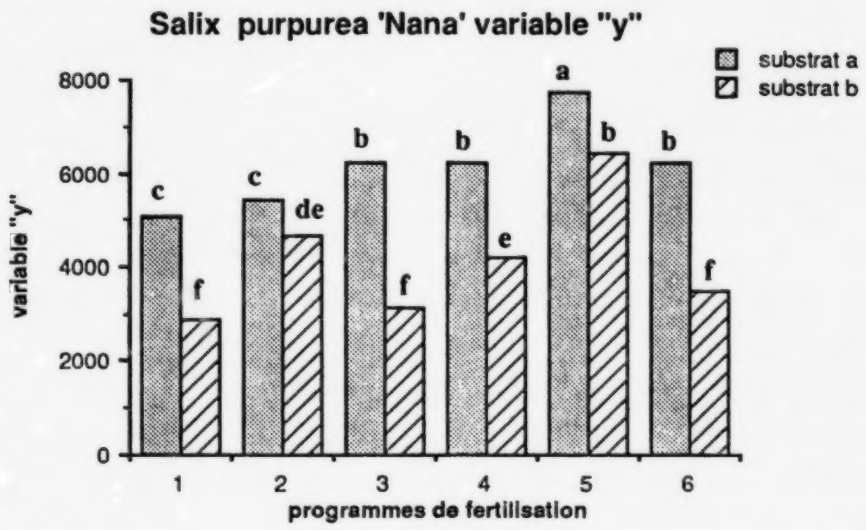
La plupart des fertilisations apportées semblent répondre aux besoins nutritionnels de cette culture.

Thuja occidentalis 'Smarag'

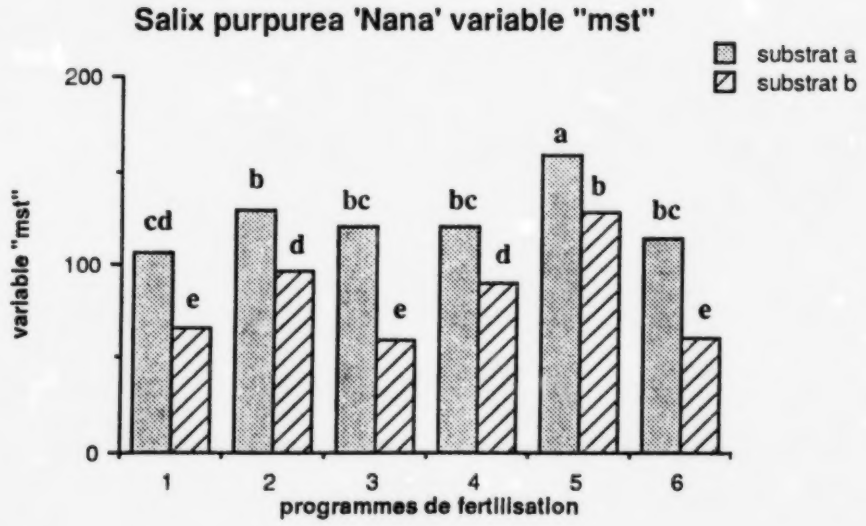
- Les fertilisations donnent toutes de bons résultats de croissance. Cependant, on remarque une légère infériorité de la fertilisation no 1 pour le substrat "a" et de la fertilisation 5 pour le substrat "b" (graphique 9).

- Les mêmes résultats s'observent pour la matière sèche des tiges avec cependant une infériorité de la fertilisation 1 pour les deux substrats (graphique 10).

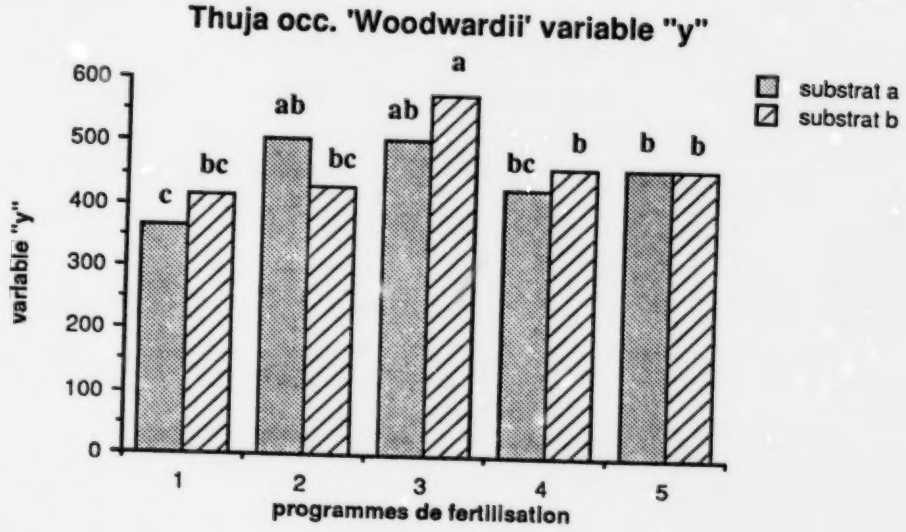
Graphique 5



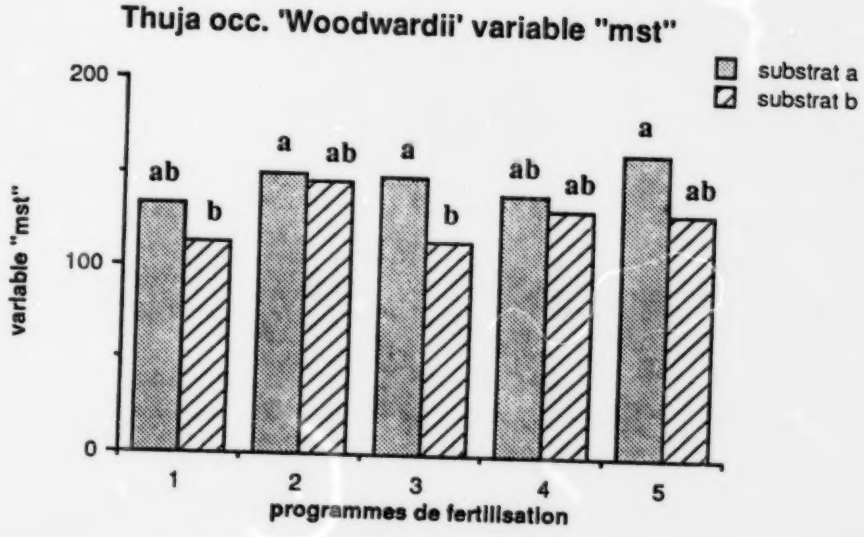
Graphique 6



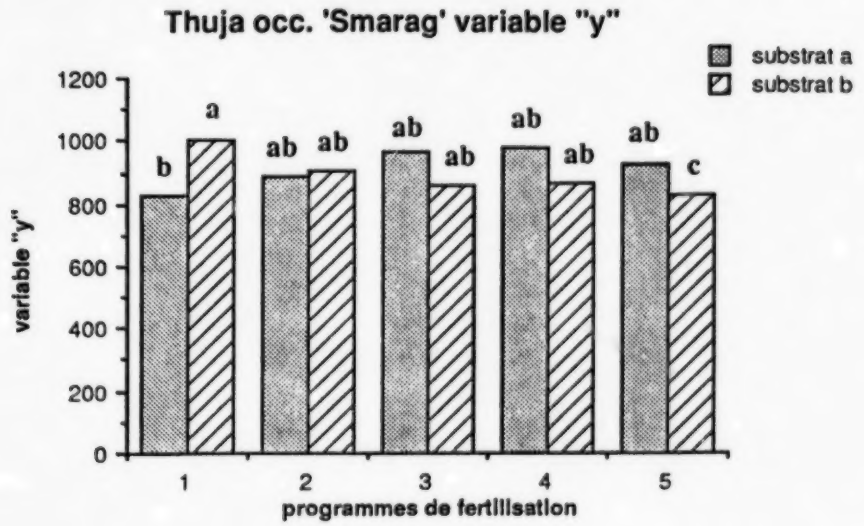
Graphique 7



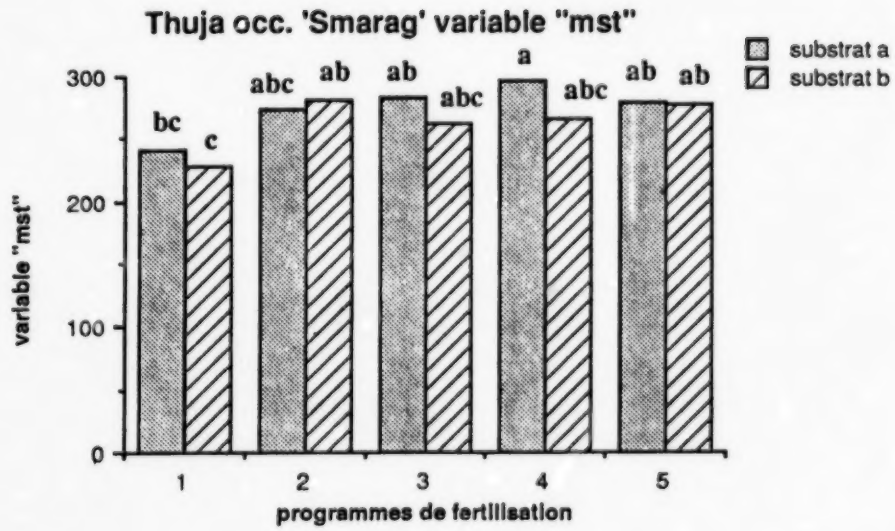
Graphique 8



Graphique 9



Graphique 10



Rhododendron X Ramapo

- Ici, pour le substrat "a", les fertilisations 1-2-3 et 6 donnent les meilleures croissances. Pour le substrat "b" les fertilisations 1 et 5 sont préférables (graphique 11).

- Fait très intéressant, la matière sèche des tiges nous indique un groupe de tête constitué des fertilisations 1 et 2 qui contiennent chacune des engrais à libération lente (graphique 12). La différence de croissance obtenue avec l'utilisation d'engrais à libération lente s'explique par le type de croissance retrouvée chez cette espèce. Rhododendron X Ramapo ne présente qu'une seule poussée végétative par année. Cette croissance printanière est le résultat de l'utilisation par la plante des réserves accumulés sous forme d'hydrates de carbone et d'éléments minéraux à l'intérieur de ses tiges et de ses racines. Nous savons, chez cette espèce, que l'absorption des éléments nutritifs en période de croissance est réduites due à l'inactivité relative des racines. Donc des apports d'éléments minéraux tôt au printemps et plus tard en fin de saison (ie. en dehors de la période de croissance de cette espèce) favoriseraient l'accumulation de réserves nutritive nécessaire à la bonne croissance de cette plante. Cette période se trouve cependant en majeure partie en dehors de la période d'application des fertilisations liquides respectées en pratique générale. A l'opposé, la période de libération des engrais à libération lente englobe la période favorable à l'accumulation de réserves chez Rhododendron X Ramapo. C'est pourquoi on observe une meilleure croissance avec l'utilisation d'engrais à libération lente chez cette espèce.

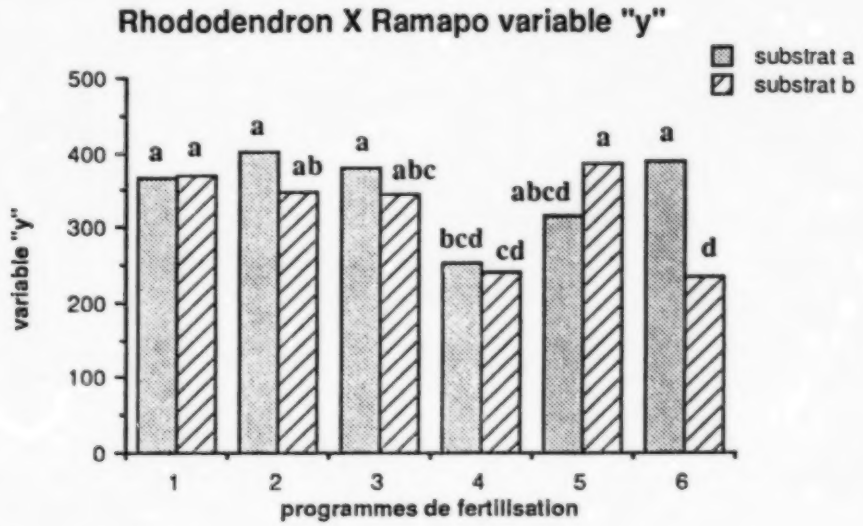
Pinus nigra 'Austriaca'

Une variable de croissance différente a été utilisée pour Pinus. La variable de croissance nommée "X" pour cette espèce, représente la somme de la longueur (cm.) de toutes les pousses de la tête du plant. Cette variable nous apparaît plus représentative que la variable "Y" pour l'évaluation de la croissance de cette espèce.

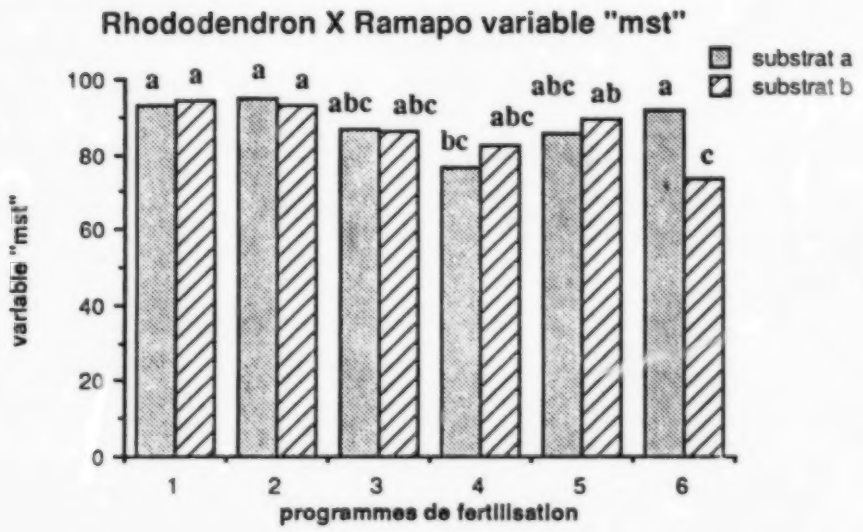
- Pour le substrat "a", il n'y a pas de différences significatives entre les fertilisations . Cependant, les fertilisations 2 et 3 semblent supérieures. Pour le substrat "b", les fertilisations 1 et 2 semblent supérieures sans toutefois être significativement différentes des autres (graphique 13); Cette légère supériorité des fertilisations 1 et 2 s'explique par le même phénomène rencontrer chez rhododendron.

- Les mêmes conclusions peuvent être observées pour la matière sèche des tiges.(graphique 14)

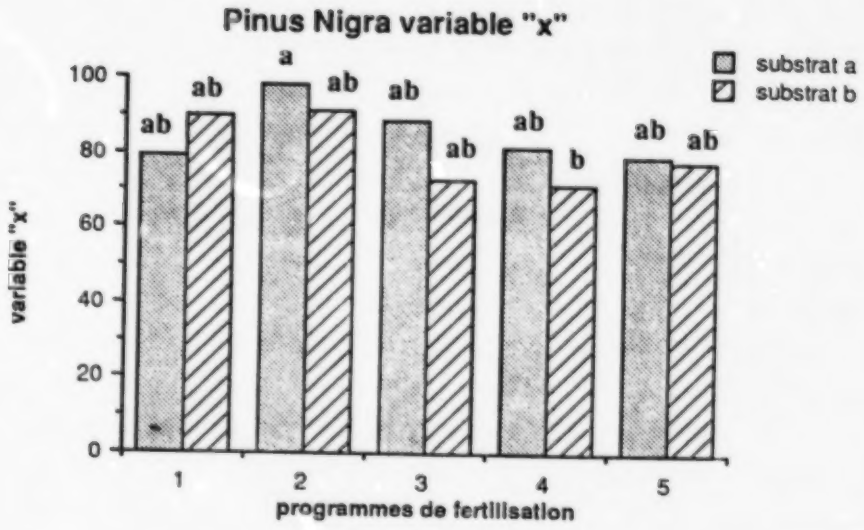
Graphique 11



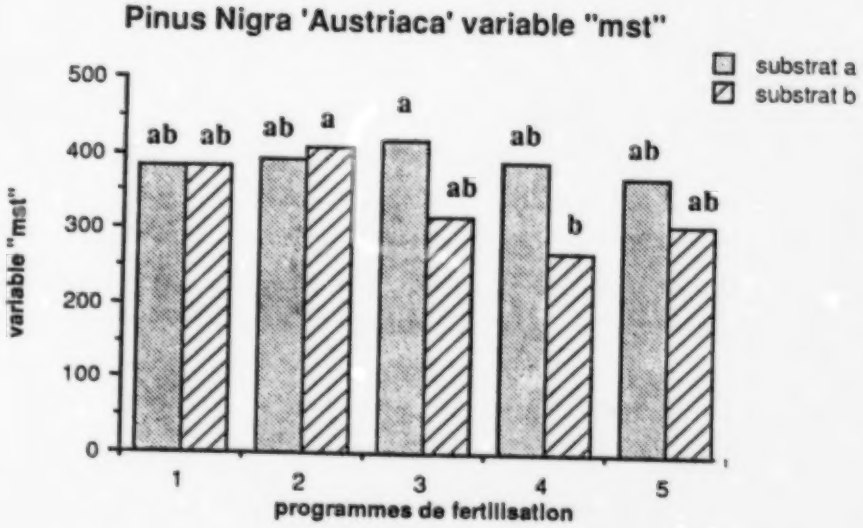
Graphique 12



Graphique 13



Graphique 14



CONCLUSION

En théorie, l'idéal serait de développer un programme de fertilisation spécifique pour chacune des espèces et cultivars mis en champ. Par contre, à moins d'être un producteur spécialisé dans la culture de quelques espèces, les pépiniéristes ont généralement une multitude d'espèces et cultivars pour un choix très restreint de programmes de fertilisation. Un regroupement de plantes nécessitant sensiblement les mêmes besoins nutritionnels s'impose donc.

L'expérience que nous avons effectuée a permis de préciser les besoins en éléments nutritifs de quelques plantes ligneuses cultivées en contenants.

Les programmes de fertilisation utilisés conviennent bien à la croissance de Thuja occidentalis 'Woodwardii', Thuja occidentalis 'Smarag' et Ribes alpinum 'Smithii' (plantes à croissance lente à modéreé) Par contre, l'utilisation d'engrais à libération lente a provoqué une meilleure croissance chez Pinus nigra 'Austriaca' et Rhododendron X Ramapo (deux espèces à croissance épisodique). Nous avons observé que le moment d'application des éléments nutritifs était très important chez ces deux espèces. Des apports d'éléments minéraux tôt au printemps et tard en fin de saison favorisent l'accumulation de réserves nutritives nécessaires à la bonne croissance de ces deux types de végétaux. Salix purpurea 'Nana' et Rosa 'Martin Frobischer' (deux espèces à croissance rapide), ont eu une croissance supérieure avec les programmes de fertilisation les plus riches en azote. Ils semblent répondre directement à la quantité d'azote appliquée. Ainsi, une classification des espèces et cultivars à croissance lente, modérée ou rapide, présentant une croissance continue ou épisodique, pourrait regrouper efficacement les plantes selon leurs besoins en éléments nutritifs. Toutefois, plusieurs autres expériences devront être effectuées afin de vérifier cette hypothèse. Cependant, avant d'affirmer la validité de cette classification. il est nécessaire de poursuivre cette étude sur plusieurs autres espèces représentant les divers types de croissance énumérés.

Concernant les types de substrat utilisés, le substrat "a" (tourbe : sable 50:50 v/v) donne dans la plupart des cas de meilleurs résultats que le substrat "b" (tourbe : bran de scie : sable 40:40:20 v/v/v). Cependant il nous est permis de croire qu'une augmentation des apports azotés à l'intérieur du substrat "b" pourrait permettre l'obtention de croissances similaires à celles obtenues avec le substrat "a".

Annexe 1 Composition minérale des solutions "Brown" et "Coïc-Lesaint"

SOLUTION "BROWN"		
Solution A (pour 100 L d'eau)*	168,5 g	de nitrate de calcium
Solution B " " "	21,7 g	de phosphate biammonique
	45,4 g	de sulfate de magnésium
	45,4 g	de sulfate de potassium
	0,005 g	de molybdate d'ammonium
	0,150 g	d'acide borique
	0,200 g	de sulfate de manganèse
	0,025 g	de sulfate de cuivre
	0,050 g	de sulfate de zinc
	1,000 g	de séquestrène de fer(330 Fe)
SOLUTION "COIC ET LESAINT"		
(pour 100 L d'eau)*	40,4 g	de nitrate de potasse
	42,2 g	de nitrate de chaux
	16,0 g	de nitrate d'ammonium
	18,45 g	de sulfate de magnésium
	10,2 g	de phosphate monopotassique
	4,35 g	de phosphate bipotassique
	0,005 g	de molybdate d'ammonium
	0,150 g	d'acide borique
	0,200 g	de sulfate de manganèse
	0,025 g	de sulfate de cuivre
	0,050 g	de sulfate de zinc
	1,000 g	de séquestrène de fer(330 Fe)

* Après contrôle du pH et du contenu en éléments minéraux, l'eau du robinet a été jugée utilisable pour la préparation des solutions nutritives et des fertilisations liquides.

PLANIFICATION D'UNE CULTURE EN CONTENANTS

Conférence présentée

au

Colloque sur l'horticulture ornementale

Les 28 et 29 septembre 1988

par

Gilbert Bilodeau
Gérard Bourbeau et Fils

Serge Coté
Gérard Bourbeau et Fils

Marie-Claude Limoges
Université Laval

Claude Vallée
Centre de recherche PREMIER

PLANIFICATION DE LA PRODUCTION D'UNE CULTURE EN CONTENANTS

Présenté par M. Gilbert Bilodeau, agr. M. Sc.
Gérant de production,
Centre jardin Gérard Bourbeau et Fils,
8285, 1er avenue, Charlesbourg, Qué. G1G 4C2

1 - PLANIFICATION DE LA PRODUCTION

On ne peut imaginer une industrie qui produit sans avoir préalablement établi un plan de production définissant avec exactitude le produit, son procédé de fabrication incluant les matières premières, la main-d'oeuvre et la machinerie nécessaires ainsi que les quantités à produire. Pourtant, on observe fréquemment dans le secteur de la pépinière des entreprises qui produisent en ignorant la demande du marché ou en omettant d'effectuer des prévisions à moyen et long termes. Il s'ensuit des surplus de stock qui sont écoulés à rabais ou encore l'impossibilité de rendre la production à terme, faute de matière première, d'espace ou de financement. La production de végétaux d'ornement doit donc être planifiée avec précision. Mais, en pépinière, en raison de la durée des cycles de production, cette planification est souvent complexe.

1.1 - **Objectifs de vente.**

Il faut d'abord connaître les espèces et cultivars à produire ainsi que les dimensions et les caractéristiques désirées des plants au moment de leur vente. Selon le marché visé on peut choisir de se spécialiser en quelques espèces ou de diversifier la production au maximum. Ce second choix implique que le producteur connait la régie particulière et qu'il peut l'appliquer de façon indépendante à chaque espèce produite. Il est par contre moins à la merci du marché que s'il ne produisait que quelques espèces. Le choix des espèces à produire, que leur nombre soit grand ou petit, doit suivre les tendances du marché. Etant donné la durée des cycles de production, les goûts du consommateur peuvent changer en cours de culture et une plante qui se vend très bien une année peut être ignorée l'année suivante. Des études de marché et des sondages effectués à l'échelle de l'entreprise et au niveau du secteur en général sont indispensables pour fixer ses choix quant aux espèces et cultivars à produire (l'examen du comportement des consommateurs dans des pays reconnus comme innovateurs est souvent un bon indice des tendances futures du marché).

La deuxième étape du processus de planification de la production est de déterminer les quantités à commercialiser pour chacune des espèces. Ces quantités sont fonction des capacités physiques et financières de l'entreprise, du potentiel qu'offre le marché ainsi que des goûts et des aptitudes du producteur. Encore ici, les études de marché sont d'une grande utilité pour parvenir à fixer ces quantités. L'exploitant d'un centre-jardin est avantagé par rapport au nouveau venu s'il possède des registres du volume de ses

ventes selon les espèces. A partir de ces données, il est plus facile d'établir les quantités de végétaux qu'il prévoit écouler dans le futur.

1.2 - Calcul des quantités mises en production.

Lorsque les quantités à commercialiser sont connues, l'étape suivante consiste à calculer le nombre de plants à placer en production afin d'obtenir ces quantités. La différence entre la quantité de plants à placer en production et la quantité de plants commercialisables provient des pertes lors de la multiplication, de l'hivernage et en cours de culture (parasites, sécheresse, accidents, etc...) ainsi que d'un déclassement des plants ne répondant pas à certains critères de qualité au moment de la vente. Pour obtenir, par exemple, le nombre de boutures à préparer (si la multiplication est effectuée sur place) , on procède à rebours, tel qu'illustré à la figure 1, en ajoutant à la quantité de plants commercialisables prévue certains taux de perte. Il convient d'abord d'établir un taux de plants qui ne répondront pas à nos normes de qualité en raison d'une plus faible croissance, d'une forme non caractéristique, de bris causés par différents facteurs, ou de toute autre raison. Ce taux peut représenter entre 5 et 10% des plants devant être commercialisables. Différents taux de perte doivent être établis par la suite afin d'être en mesure d'évaluer pour chaque année du cycle de production le nombre de plants endommagés par l'hiver, les insectes et les maladies ou autres accidents pouvant survenir en cours de culture. Des taux de perte de 10 % lors de la première année de production et de 5 % pour les années subséquentes sont des approximations raisonnables, mais elles peuvent varier selon les espèces produites. La comptabilité des plants morts lors de l'hivernage ou en saison de croissance est essentielle pour établir avec une certaine précision ces taux de perte en fonction des méthodes de production utilisées. Par contre, la nature du matériel produit fait en sorte que les pertes ne sont pas toujours prévisibles. Enfin, un taux d'enracinement des boutures doit être évalué pour chacune des espèces lorsque l'entreprise effectue sa propre multiplication afin de connaître le nombre de boutures à produire. Il est important de noter ici que les boutures empotées devront posséder un enracinement de qualité et être de dimensions homogènes afin d'obtenir des plants qui seront commercialisables en même temps. Il est évidemment moins dispendieux d'éliminer une bouture de mauvaise qualité que de l'empoter et de l'entretenir durant tout le cycle de production pour finalement la déclasser lors de la commercialisation.

L'exemple présenté à la figure 1 démontre que selon les taux de perte établis, il faudra préparer 174 boutures d'une espèce donnée pour obtenir, après deux ans de culture, 100 plants commercialisables.

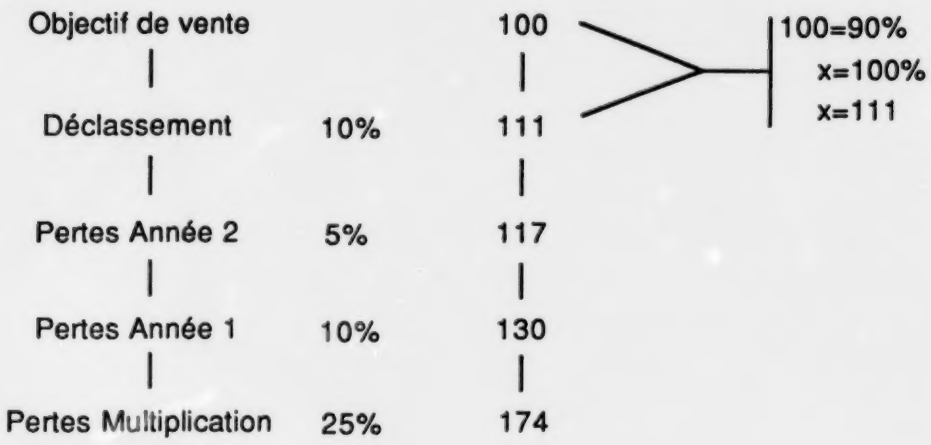


FIGURE 1- CALCUL DE LA QUANTITE MISE EN PRODUCTION

1.3 - **Calcul de l'espace nécessaire à la production.**

L'espace utilisé par un groupe de plants détermine une grande partie des coûts de production. De plus, dans un grand nombre d'entreprise, l'espace utile est une contrainte importante à l'expansion de l'entreprise. Il est donc essentiel de calculer l'espace nécessaire pour rendre à terme les quantités de végétaux qu'on prévoit produire. Il faut également considérer la superposition des cycles de production. En effet, si le plus long cycle de production des espèces cultivées est, par exemple, de cinq ans, on doit considérer l'espace qu'occupera chacune des mises en production effectuée chaque année et ce pour une durée de cinq ans. En d'autres termes, l'espace nécessaire à la production est celui qui sera occupé simultanément par les végétaux à tous les stades de leur cycle de production. Le tableau 1 présente ce principe.

On remarque au tableau 1 que ce n'est qu'en 1992 qu'on retrouvera au champ les végétaux à tous les stades de production, soit des plants âgés de un à cinq ans. En connaissant les quantités de plants qui seront alors en culture, il est possible d'évaluer l'espace qui sera nécessaire. Il est à remarquer que l'espace qu'occupe un plant va varier selon son âge et que la quantité totale des plants au champ ne nous informe pas sur l'espace total. De plus, puisque l'espacement entre les plants peut varier d'une espèce à l'autre, le tableau précédent doit être réalisé pour chaque groupe d'espèces, chacun représentant un espacement donné selon l'âge du plant et la capacité du contenant.

La régie de l'espace est passablement complexe lorsque les végétaux sont rempotés dans des contenants de plus grande capacité en cours de culture ou lorsque les contenants, d'abord placés les uns près des autres, sont espacés pour permettre un développement optimal. L'évaluation de l'espace nécessaire dans ces cas est relativement simple sur papier. Par contre, physiquement, il faut prévoir l'endroit où seront alors placés les végétaux tout en évitant des manipulations coûteuses. Plusieurs pépiniéristes ont opté pour

année de production / âge des plants	1988	1989	1990	1991	1992
1 an	100	100	100	100	100
2 ans		95	95	95	95
3 ans			90	90	90
4 ans				86	86
5 ans					82
Total	100	195	285	371	453

TABLEAU 1- Besoin en espace: évaluation de la quantité de plants au champ selon leur âge

l'empotage des plants directement dans le contenant dans lequel ils seront vendus ou la disposition définitive sur le site de culture afin d'éviter d'avoir à manipuler les végétaux ou de les rempoter. De cette façon, bien que les intrants proportionnels à l'espace utilisé soient augmentés, des économies au niveau de la manutention et du rempotage sont réalisées et la gestion de l'espace est grandement simplifiée. Certaines catégories de végétaux ne peuvent être produites de cette façon, par exemple, les plants vendus en contenant de cinq gallons. De plus, chaque entreprise doit analyser sa situation pour identifier la méthode la plus économique chez elle.

Lorsque l'espace nécessaire est calculé, il ne faut pas oublier de tenir compte des allées qui seront aménagées entre les blocs de contenants. Ces allées sont nécessaires pour effectuer le désherbage, la taille, le tuteurage ou même simplement pour l'inspection des plants. L'espace qu'occupera un contenant est alors égal au carré de son diamètre (et non pas simplement à sa surface réelle car, les contenants utilisés étant ronds, il existe un espace libre à la jonction des pots) augmenté de la valeur proportionnelle de l'allée répartie pour chacun des contenants d'un même bloc. La figure 2 en est un exemple. Les pots de 15 cm de diamètre occupent chacun 225 cm^2. Les contenants sont placés de façon hypothétique en bloc de 10 de large et de 75 de long, soit 750 contenants par bloc. Si chaque bloc est séparé du suivant par une allée de 45 cm de large et de 1125 cm de long, la surface de cette allée (50625 cm^2) doit être répartie à chacun des 750 pots composant ce bloc (soit 67.5 cm^2 par pot). L'espace nécessaire pour chaque pot est donc de 292.5 cm^2, allée comprise. Cette méthode de calcul est imprécise puisqu'elle suppose une allée de plus qu'en réalité. Sur une grande distance, cette valeur est négligeable. Par contre, l'espace occupé par les allées ne doit pas être sous évalué car il représente parfois une grande proportion de la superficie des planches (23 % dans l'exemple qui est

tout de même très réaliste). Lorsque les pots sont espacés les uns des autres, cet espacement doit évidemment être considéré dans le calcul de l'espace total. Par exemple, si une distance de 10 cm est laissée entre chaque pot, l'espace qu'occupe un pot de 15 cm de diamètre est de 625 cm^2 (soit 25x25 cm).

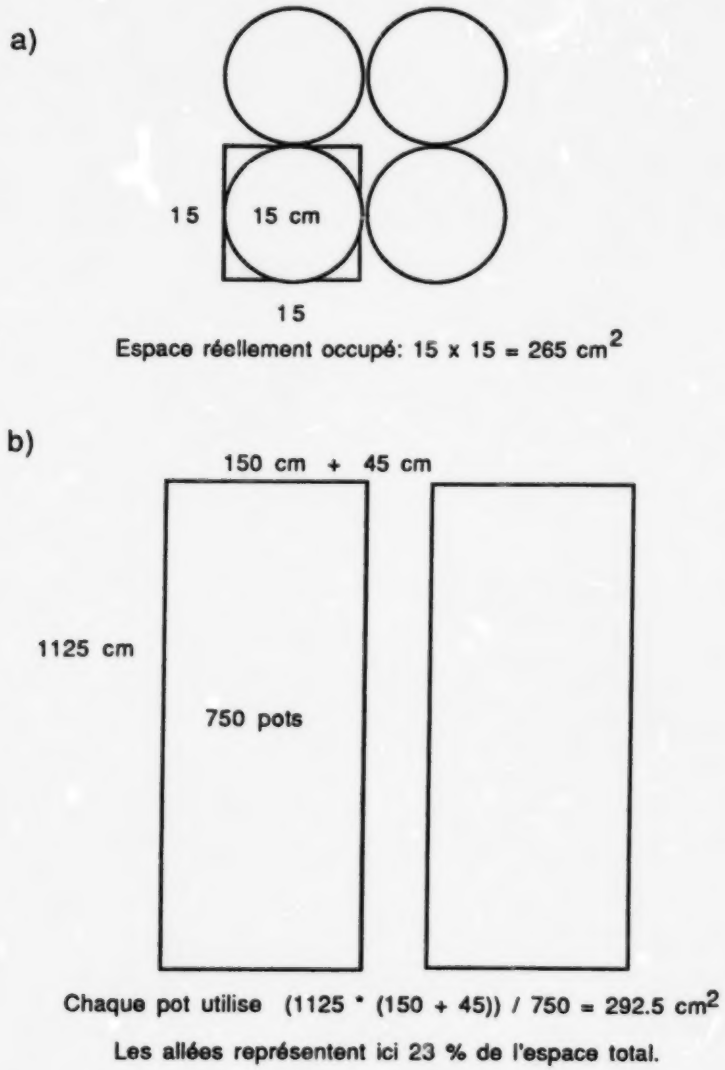


FIGURE 2- Espace utilisé par contenant a) seul; b) allée comprise.

1.4 - Calcul du matériel nécessaire à la production.

L'évaluation des quantités à produire et de l'espace nécessaire permet de déterminer les matières

premières requises à la production. Certaines sont fonction directe des quantités produites (contenants, substrat, engrais à libération lente, etc...) tandis que d'autres sont proportionnelles à l'espace utilisé (système d'irrigation, engrais solubles, protection hivernale, etc...).

Dans le calcul des besoins en contenants, il importe de considérer ceux qui seront réutilisables après rempotage ainsi que ceux qui seront récupérés des plants morts en cours de culture. Ceux-ci sont évalués à partir des taux établis précédemment.

1.5 - **Calcul du besoin en financement.**

En déterminant de façon la plus précise possible les intrants nécessaires à l'atteinte des objectifs de production, on obtient une évaluation des coûts globaux de production et du besoin en financement. En fixant un prix de vente espéré des produits, il est possible de déterminer la rentabilité du projet. Le prix de vente est établi en tenant compte des coûts de production et du rendement désiré du capital investi mais il doit également être ajusté à la demande ainsi qu'à la concurrence. Il est important de déterminer les coûts de production non pas de façon globale mais de façon spécifique pour chaque groupe de produits. Il est ainsi possible d'identifier les produits les plus rentables et de prendre des décisions éclairées sur le choix des végétaux à produire.

1.6 - **Utilisation de l'informatique.**

Les différents calculs à effectuer pour obtenir les prévisions de production sont très ardus à compléter de façon manuelle et peuvent décourager rapidement les nouveaux gestionnaires. Une façon relativement simple et efficace de faire ces calculs consiste à utiliser un chiffrier (de type Excel® ou Lotus 1 2 3®) sur micro-ordinateur.

Pour simplifier les calculs, il s'agit de regrouper les espèces selon leurs caractéristiques de production. Par exemple, on place dans un même groupe les espèces qui sont produites en contenants de six litres placés les uns près des autres lors de la première année de production, espacés d'un facteur 2 lors de la deuxième année et qui sont vendues au printemps de la troisième année. Un autre groupe pourrait regrouper les espèces empotées en contenants de trois litres puis rempotées en seize litres et vendues après quatre années de culture. Ces groupes de produits sont définis selon le choix du producteur et varient d'une entreprise à une autre. A l'aide du chiffrier, il est possible de traiter les espèces placées dans un même groupe de façon simultanée, ce qui représente une grande économie de temps. En introduisant des formules dans notre chiffrier, on peut calculer rapidement un grand nombre de données nécessaires à nos prévisions (besoin en substrat, espace, fertilisants, etc...). Ces logiciels sont suffisamment flexibles pour permettre à toute entreprise de les adapter à ses besoins. De plus, ils sont relativement simples à utiliser lorsqu'on possède un bon manuel d'utilisation.

CONCEPTION D'UNE PEPINIERE DE CULTURE EN CONTENANTS

Présenté par M. Claude Vallée, agr. M. Sc.
Chargé de projet
Centre de Recherche Premier, Les Tourbières Premier Ltée.
454, Chemin Témiscouata,
CP. 2600, Rivière du Loup, Qué. G5R 4C9

INTRODUCTION

Au cours de cet exposé, j'aimerais vous faire part des étapes à suivre pour la conception d'une pépinière de culture en contenants. Malheureusement, le peu de temps aloué à cette section oblige à être bref et concis. Voici donc un résumé des points les plus importants qu'il faut prendre en considération lors de l'établissement d'une pépinière de culture en contenants.

Avant d'aller plus loin, j'aimerais énumérer quelque points très importants que toute personne, se rattachant de près ou de loin à la conception de la pépinière, devrait garder en tête afin de maximiser les profits de l'entreprise, soit:

- savoir ce que l'on veut produire
- utiliser le plus efficacement possible la main d'oeuvre
- maximiser l'utilisation de l'espace, de l'eau et des pesticides
- minimiser le temps de production
- optimiser les déplacements de plantes, de la machinerie et de la main d'oeuvre tout en minimisant les distances à parcourir
- maximiser le plus possible les ressources du milieu tout en minimisant ses côtés indésirables
- localiser en un même lieu les tâches similaires
- permettre une certaine flexibilité afin de pouvoir s'adapter aux nouvelles technologies et à l'évolution des goûts des consommateurs.

1 - CHOIX DU SITE DE PRODUCTION

Avant d'acheter une parcelle de terrain ou une exploitation pour y implanter une pépinière de culture en contenants, le chef d'entreprise devrait tenir compte des points suivants:

1.1 - **Le terrain**

Regarder la topographie du terrain et le type de sol. Une pente légère est à rechercher pour éviter la stagnation du surplus d'eau d'irrigation. Une pente trop forte entraine des problèmes d'érosion. Eviter un terrain dans les bas fonds (vallée) où l'air froid s'accumule. Ces zones sont exposées aux gelées précoces et tardives, à un retard de végétation ainsi qu'à une forte humidité atmosphérique qui accentue les risques de maladies cryptogamiques. Les sols sablonneux sont préférés aux sols argileux en raison de leur meilleur égouttement.

1.2 - **L'eau**

Il faut assurer un approvisionnement en eau de bonne qualité et en quantité suffisante pour subvenir aux besoins de la culture (prévoir des applications de 1.5 à 2.5 cm d'eau/jour en pleine saison de croissance). Garder en tête que la superficie cultivée, le type de production, les précipitations atmosphériques, le substrat de culture employé, la méthode de fertilisation, la température, le pourcentage d'humidité ainsi que le vent sont tous des facteurs qui influencent la consommation en eau de la production. Il est également conseillé de prévoir une deuxième source potentielle d'approvisionnement en eau en cas de complications.

Sources possibles :
- aqueduc
- puits
- source naturelle
- bassin
- étang, lac, rivière, etc..

1.3 - **Facteurs environnementaux**

Eviter les terrains sujets à l'innondation, aux grands vents, ou se trouvant dans des couloirs de circulation d'air froid. Il est très recommandé de consulter des cartes topographiques et de faire prendre des photos aériennes du site afin d'avoir une vue d'ensemble du terrain. Ce qui est difficilement percevable lorsqu'on est à pied.

1.4 - **Main-d'oeuvre**

S'assurer que la densité de population environnante permettra l'embauche de personnel permanent et saisonnier qualifier.

1.5 - **Transport**

Afin de faciliter le transport il faut rechercher un terrain à proximité d'une grande voie d'accès (route ou autoroute).

1.6 - **Marché**

Il faut être à proximité des marchés. L'endroit doit être favorable autant pour le consommateur (s'il s'agit d'un point de vente) que pour le chargement de camions pour envois extérieurs. Les coûts plus élevés des taxes et des services municipaux à proximité des grands centre ainsi que les risques plus élevés de vandalisme sont également à considérer.

1.7 - **Concurence**

Surveiller la proximité et le type de production des pépinières environnantes.

2 - CONCEPTION D'UN PLAN D'AMÉNAGEMENT DE LA PÉPINIERE

Il s'agit de l'étape la plus importante car c'est elle qui déterminera l'efficacité de production de l'entreprise dans les années à venir. Beaucoup de temps et de minutie doivent donc être apportés à cette étape.

Les cinq points suivants décrivent la marche à suivre.

2.1 - **Préliminaires**

La conception du plan ne se fait pas avant d'avoir préalablement établi certains points, soit:

- une liste des plantes à produire (espèces et grosseurs des pots)
- les méthodes culturales à employer (multiplication, système d'irrigation, mode de fertilisation, etc..) ainsi que les cycles de production.
- la façon d'écouler sur le marché notre production (vente directement aux consommateurs, vente aux distributeurs, vente aux centres jardin? aurons nous besoin de camions?)

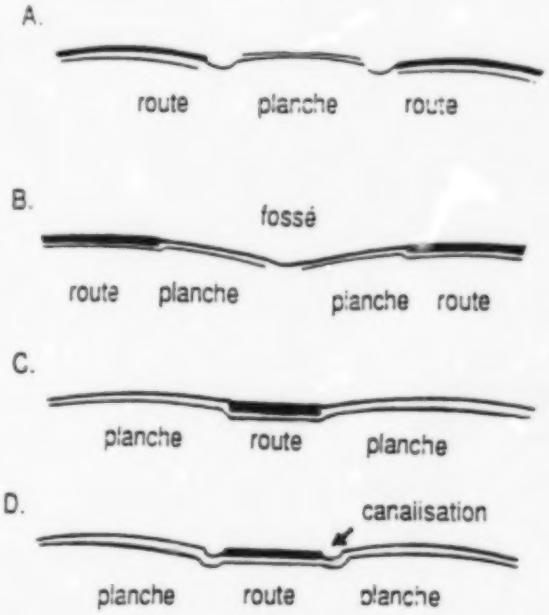
2.2 - Conception de l'espace de production (voir figure A)

Une fois les préliminaires établis, il nous est possible d'effectuer la conception de l'espace de production. Cette étape se fait avant la conception de l'espace occupé par les bâtiments en raison des exigences supplémentaires, en terme de terrain, que nécessite la production.

2.2.1 - Les planches de culture :

- Doivent être à l'abri des grands vents (sinon protéger avec des brise vents).
- Doivent permettre une bonne stabilité des pots en culture.
- Doivent permettre l'égouttement facile du surplus d'eau d'irrigation (sans érosion).
- Doivent empêcher la sortie de racines des pots (recouvrement de plastique, concassé, etc.).
- Doivent assurer un accès facile pour les véhicules.

Le type de planche à utiliser peut dépendre de deux facteurs, soit: le type de sol et la pente du terrain.

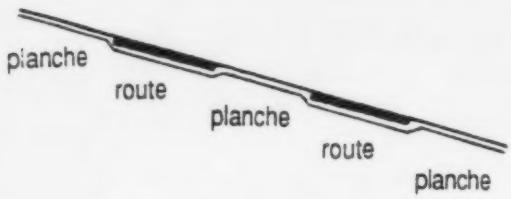


A-B: Agencements possibles entre les routes et les planches de cultures afin de permettre l'élimination des surplus d'eau d'irrigation.

C: Ecoulement du surplus d'eau d'irrigation sur les routes. Valable pour de petites surfaces lorsque le sol est poreux.

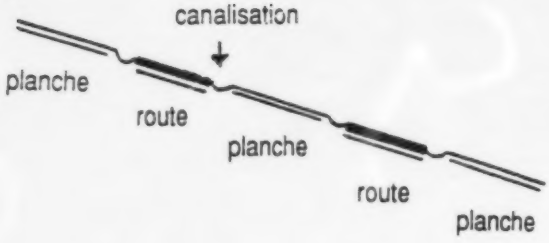
D: Ecoulement du surplus d'eau d'irrigation dans des canalisations bordant les routes. Valable pour de grandes surfaces ou lorsque le sol s'égoutte mal.

E.



E: Si le sol possède une pente dans une direction donnée, l'eau peut s'écouler d'une planche à l'autre en passant sur les routes. Valable pour de petites surfaces lorsque le sol est poreux.

F.



F: Lorsque la surface de culture est importante ou que le sol s'égoutte mal, des canalisations sont nécessaires afin d'éliminer le surplus d'eau d'irrigation.

2.2.2 - Les routes : Réseau composé de routes principales et secondaires. Les routes principales devraient être d'une largeur d'au moins 9 à 10 mètres et très solides.

2.2.3 - L'eau : Dépendemment de la source d'eau utilisée (bassin, étang, etc.), prévoir un emplacement suffisamment grand pour celle-ci et son réseau de distribution. Les surplus d'eau d'irrigation peuvent être recueillis dans des bassins et être réutilisés. Prévoir également une deuxième source potentielle d'approvisionnement en eau.

2.2.4 - Système d'irrigation : La clé du succès est de pouvoir distribuer l'eau de façon uniforme et de posséder un système de pompage assez puissant (prévoir un deuxième système de secours). Ne pas oublier que les tuyaux d'alimentation du système d'irrigation devront passer au travers des routes.

2.2.5 - Structure de multiplication et ombrière : Ces structures devraient être à proximité des espaces de culture et dans un endroit protégé (les jeunes plants sont fragiles).

2.2.6 - Surface réservée pour expériences: Cette surface devrait être à proximité de l'entrepôt pour produit chimique et de la salle de repos des employés. De cette façon l'observation des essais se fait plus facilement et le transport (parfois fréquent) des produits chimiques est écourté.

2.3 - **Conception de l'espace occupé par les bâtiments** (voir figure A)

2.3.1 - L'entrée: Elle doit être acceuillante, facile d'accès et propre. Elle doit inclure un espace de stationnement et conduire au bâtiment administratif de l'entreprise.

2-3-2 - Le bâtiment administratif: Il doit être attirant (préférablement entouré d'un bel aménagement) et assez dégagé pour recevoir convenablement les clients et les visiteurs. Prévoir un bâtiment assez important pour soutenir tout le personnel administratif et les vendeurs, en incluant vestiaire, salle à manger et une petite salle pouvant servir de salle de conférence (il est important de bien former notre main d'oeuvre).

2-3-3 - Entrepôt et garage: Ces bâtiments devraient être centralisés et fournir amplement de rangement pour les équipements et la machinerie.

2-3-4 - Entrepôt pour produits chimiques : Il doit être sécuritaire et servir à l'entreposage et à la préparation des pesticides. Il ne doit pas servir à l'entreposage des fertilisants.

2.3.5 - Surface d'entreposage du substrat de culture et d'empotage: L'espace réservé à cette fin a avantage à être le plus près possible des planches de culture afin de minimiser les distances à parcourir avec les plants empotés. Pour le confort et la productivité du personnel, l'espace d'empotage et de rempotage doit être sous abri. Cet abri peut être fixe ou mobile. Si la pépinière est d'envergure assez importante, plusieurs postes d'empotage peuvent être installés sur le terrain (ou encore déplacement avec un poste mobile).

2.3.6 - Surface d'attente et de chargement: Cet espace devrait être le plus près possible d'une grande route ou, sinon, permettre aisément la circulation des camions de transport. Il a également avantage à être près du bâtiment administratif. Cet espace peut ne pas être nécesaire si les camions sont directement chargé dans l'espace de culture.

2.4 - **Finition du plan et mise en situation** (voir figure B)

Les points 1 à 3 vu précédemment nous permettent de déterminer les espaces nécessaires pour les différentes étapes de production de notre entreprise. Il est maintenant temps d'aller plus en détails en ajoutant à notre plan, et ce à l'échelle, les composantes suivantes:

- planches de culture
- bâtiments
- routes
- brise vents
- etc..

Cette étape nous permet d'avoir une vue réaliste de la future entreprise et offre la possibilité d'y apporter de nombreuses corrections. De plus, il est fortement conseillé d'effectuer des mises en situation (essayer de voir l'entreprise en fonctionnement, imaginer la circulation des véhicules, les trajets que les employés devrons parcourir, etc..). Cette façon de procéder évite souvent des erreurs de conception. Il ne faut pas oublier de prévoir des possiblités d'expansion.

2.5 - **Derniers points**

Se renseigner sur:
- lois,codes, réglements municipaux
- permis de construction
- taxes
- zonage
- subventions possibles
- personnes ressources
- etc..

N'hésiter pas et visiter d'autres entreprises, consulter des agronomes (relevant des ministères ou du secteur privé), architectes ou tout autres personnes ressources succeptiblent d'apporter des remarques constructives au sujet de vos plans d'aménagement.

Bibliographie

Appleton, B.L. 1986. Container Nursery Desing. Américan nurseryman publisching Co. Inc.111 North Canal street, Chicago, IL. 60606. 122 p.

Whitcomb, C.E. 1984. Plant production in containers. Lacebark publication, R.L. 5 Box 174, Stillwater Oklahoma 74074. 638 p.

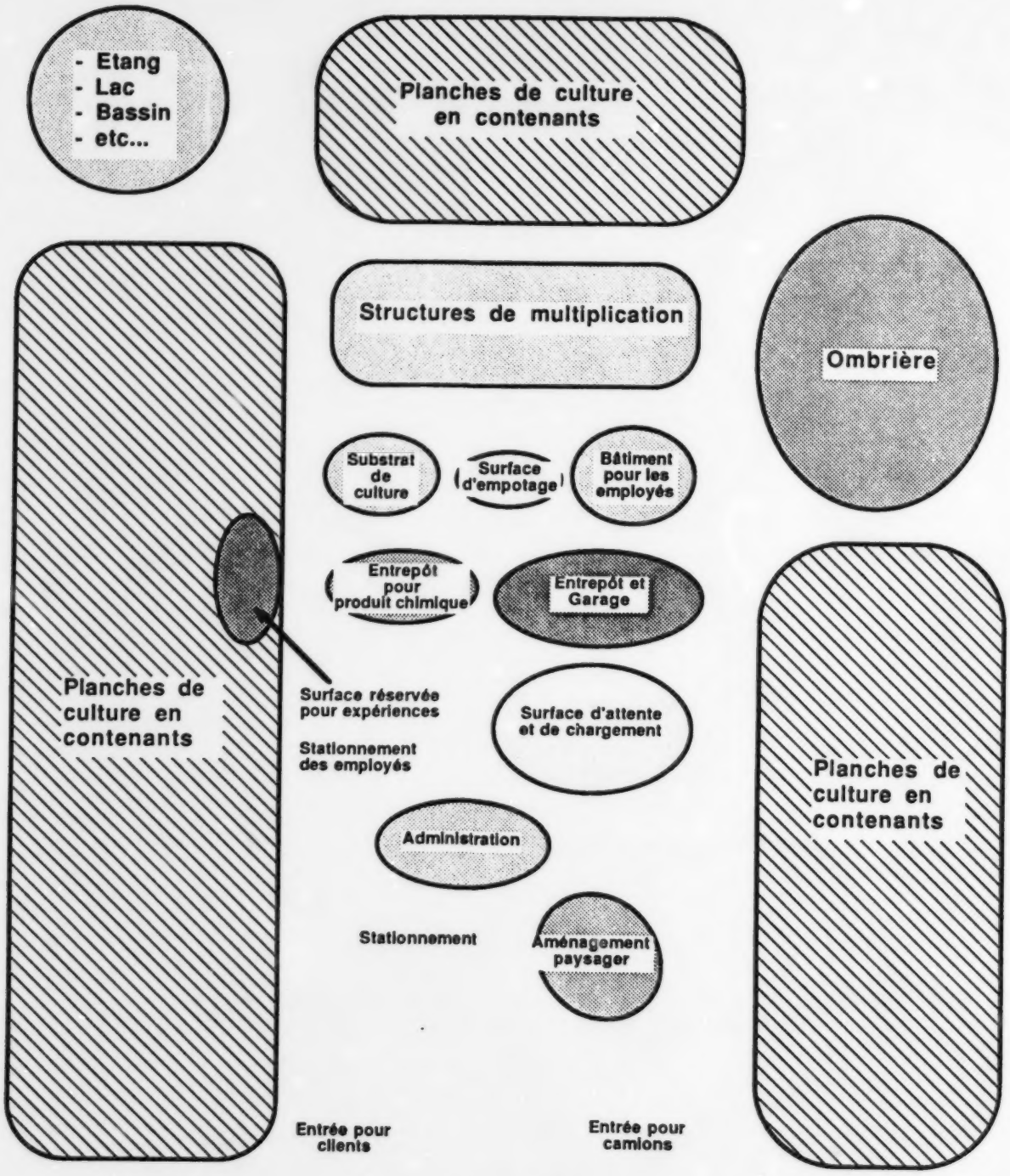


Figure A: La première étape de la conception sur papier d'un plan d'aménagement d'une pépinière est la disposition, de façon préliminaire, des unités de fonctionnement les plus importantes de l'entreprise.

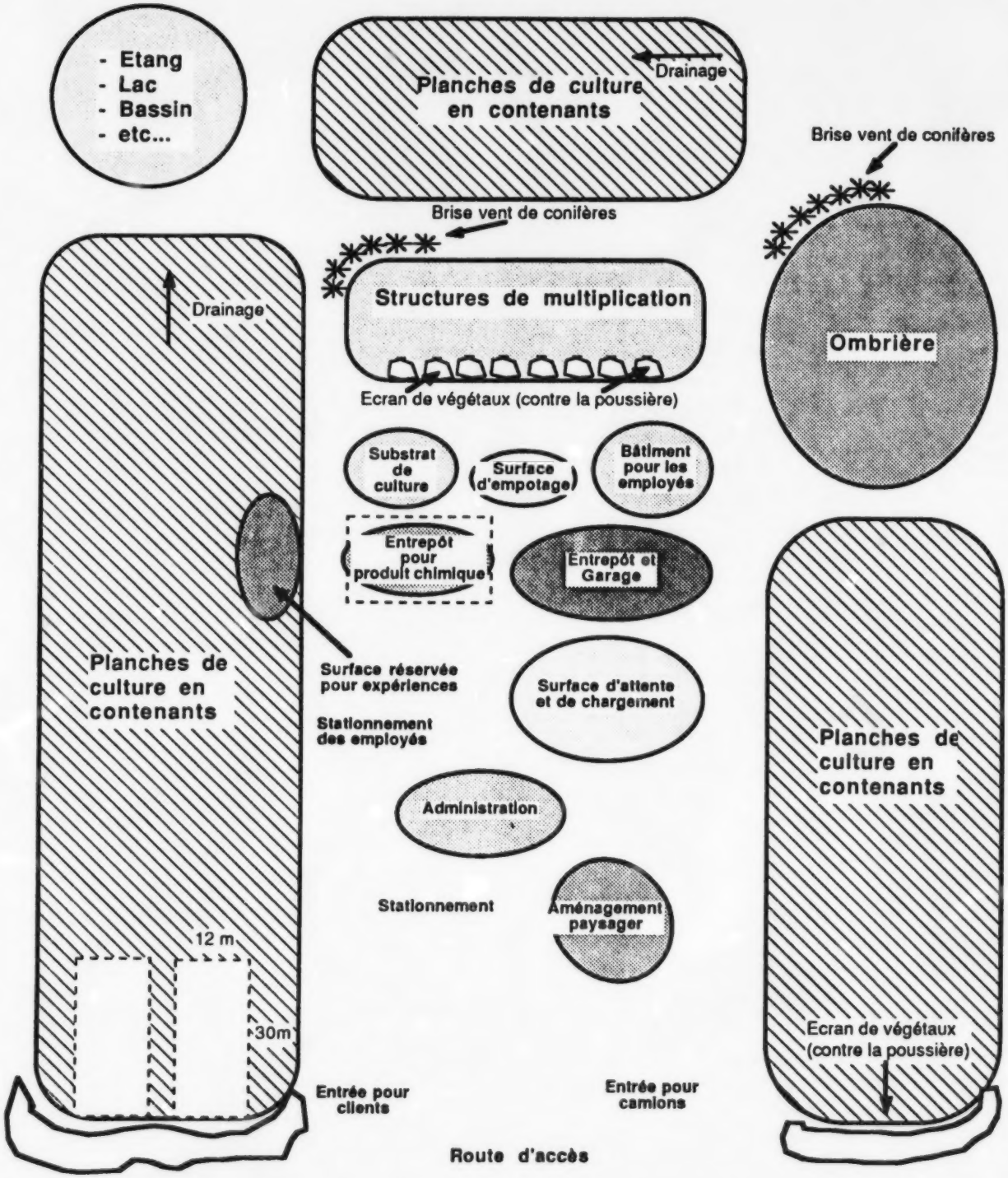


Figure B: La deuxième étape de la conception sur papier d'un plan d'aménagement d'une pépinière est la disposition, et ce à l'echelle, des unités de fonctionnement de l'entreprise, des brises vents, fossés etc..

GESTION DU PERSONNEL

Présenté par Mme. Marie Claude Limoges agr.
Université Laval, Sainte Foy, Québec, G1K 7P4

La gestion du personnel est un sujet plutôt vaste qui couvre des thèmes aussi variés que le processus d'embauche, l'implication des employés , la syndicalisation et bien d'autres. L'industrie de la culture en contenants en est encore à ses premières armes et les études concernant la gestion des ressources humaines spécifiques à cette forme de culture sont rares voire inexistantes.

Pendant le peu de temps qui m'est alloué, je vais donc me concentrer sur les problèmes reliés directement à la culture en contenants. Prenons donc pour acquis que vous avez établi une description de tâches, que vous avez publié l'offre d'emploi dans les journaux locaux, les revues spécialisées et que vous avez informé vos employés que vous cherchiez d'autres employés. Vous avez étudié les Curriculum vitae des candidats, ensuite vous avez convié en entrevue ceux qui semblaient montrer le plus de potentiel et vous leur avez fait remplir un formulaire d'application.

Les heureux élus se retrouvent donc à la pépinière un beau lundi matin du mois d'avril pleins d'enthousiasme à l'idée de commencer un nouvel emploi. Vient maintenant le temps de penser à leur entraînement. Peu importe le fait que les nouveaux employés aient de l'expérience dans le domaine ou non, les façons de faire les choses varient d'une entreprise à l'autre et vous ne pouvez pas prendre pour acquis que le nouvel employé sait déjà tout ce qu'il faut savoir sur le travail. Les justifications qu'on entend fréquemment pour ne pas entraîner les nouveaux employés sont les suivantes;

- perte de temps et d'argent.

- ce sont des emplois saisonniers qui débutent très rapidement au printemps, qui a le temps de donner un entraînement?

- Tout ce dont on a besoin c'est des gens travaillants qui savent se servir d'une empoteuse ou bien qui savent rempoter un arbuste comme le superviseur leur dit de faire.

- De toutes façons, je suis un horticulteur pas un professeur. Je n'ai pas le temps de leur montrer ce qu'ils devraient déjà savoir.

Ces façons de faire ou de penser peuvent être très coûteuses pour une entreprise en termes de roulement de personnel, d'absentéisme et de travail à recommencer parce qu'il ne répond pas aux normes.

Les problèmes suivants découlent d'un manque d'entraînement;

- roulement de personnel et absentéisme plus élevés.

- fréquence plus élevée de délits mineurs.

- la loyauté et le sentiment d'appartenance à une compagnie sont diminuées considérablement.

- la productivité est grandement réduite.

La nécessité d'un entraînement

Considérant la vitesse fulgurante avec laquelle la saison débute habituellement, il est compréhensible de ne pas donner une semaine intensive d'entraînement aux nouveaux employés. Cependant c'est un investissement à long terme que de faire visiter les lieux aux nouveaux arrivants et de leur montrer en quoi consiste le travail à effectuer immédiatement et pour les jours à venir. Avec un peu de planification, il est possible de prévoir les besoins en personnel de façon à engager tout le personnel requis en même temps et la visite guidée peut se faire en groupe. D'autre part, l'entraînement peut se faire périodiquement au fur et à mesure que l'ouvrage se présente. Par exemple, une session d'entraînement sur le bouturage ou l'hivernage des plants n'a pas besoin d'être donnée au printemps mais peut très bien attendre que le temps soit venu de bouturer ou de préparer les plants à l'hiver.

Le programme d'entraînement devrait être spécifique et relié directement aux méthodes de production et aux standards de qualité recherchés par la compagnie. Point n'est besoin d'expliquer tous les principes physiologiques derrière les techniques de fertilisation ou d'arrosage des pesticides mais simplement de montrer la bonne façon de faire et un peu le pourquoi de cette façon de procéder. L'accent devrait être mis sur les standards de qualité propres à la compagnie, sur l'honnêteté et l'intégrité.

Distribution des responsabilités

Pour une meilleure efficacité et un suivi plus facile, on recommande de distribuer la responsabilité de certaines tâches individuellement. Par exemple, on peut mettre une personne en charge de l'entretien et du bon fonctionnement des gicleurs et une autre de vérifier régulièrement l'état hydrique des boutures comme le matin en arrivant, avant d'aller diner et avant de quitter le soir. De cette façon vous évitez les malentendus et vous donnez à vos employés un sentiment d'appartenance et d'implication au travail.

Prévision des besoins en personnel

Pour être efficace dans l'engagement et l'entraînement des nouveaux employés, il est essentiel de savoir combien d'employés on aura besoin au cours de l'année. Pour faciliter cette tâche, on aura soin de faire remplir par les employés à la fin de chaque semaine de travail, un formulaire de temps des travaux. Chacun inscrit combien de temps a été alloué à chacune des tâches accomplies au cours de la semaine. Il est évident que cette façon de procéder demande de la planification et de l'organisation mais la compilation de ces feuilles peur être faite au cours de l'hiver et l'assistance d'un ordinateur peut grandement accéléré vos calculs. Grâce à ses données, il est facile de calculer combien d'homme -heure est requis pour le rempotage, la fertilisation ou bien le bouturage. De plus, on peut calculer le degré d'efficacité de l'empotage par exemple en divisant le nombre d'heures passées à rempoter par le nombre total de pots rempotés. L'année suivante, en sachant le nombre de pots qu'on prévoit rempoter, on peut savoir combien de temps il faudra allouer à cette tâche et combien d'employés on devra engager.

Malheureusement à l'heure actuelle, on ne peut comparer ces performances que dans une même compagnie , d'une année à l'autre puisqu'il n'existe pas d'études ou dé sondages sur la question. Naturellement , les méthodes de production varient avec chaque entreprise, mais des normes telles que le nombre de personnes requises par acre pour le désherbage ou l'empotage pourrait donner une idée du degré d'efficacité de chaque entreprise face à différentes tâches. Il serait du ressort de l'APQ ou du MAPAQ de compiler de telles statistiques auprès des producteurs pour créer des normes d'efficacité. Il est cependant du ressort des producteurs de ramasser ces données auprès de leurs employés et de faire des pressions auprès de ces organismes.

EXEMPLE DE FEUILLE DE TEMPS DES TRAVAUX

semaine du ---- au ----

	Heures de travail						
activités	lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi	samedi	total
protection hivernale							
enlever/poser							
relever/coucher pots							
rodenticide							
désherbage							
herbicide							
manuel							
empotage							
rempotage							
taille							
bouturage							
plants-mères							
pesticides							
entretien terrain							
préparation planches							
engrais							
substrat							
essais							
divers							

EXEMPLE DE CALCULS D'EFFICACITÉ DE CERTAINS TRAVAUX

LA TAILLE

type d'arbres	moyenne d'arbres par jour de 10 heures	moyenne heure-homme requis pour 1000 plants
conifères de forme conique (2-4 pi)		
- avec sécateurs	x= 10 000 /10 h	1.0
- avec cisailles électriques	x= 4 500/10 h	2.2
- avec cisailles manuelles	x= 2 000/10 h	5.0
Conifères à port rampant (18-24 po)		
- avec cisailles électriques	x= 7 000/10 h	1.5
- avec cisailles manuelles	x= 4 000/10 h	2.5

Source; Davidson et Meckenburg

RÉFÉRENCES

DAVIDSON Harold and MECKENBURG Roy, Nursery management, administration and culture, Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, pp 42-65.

FLEMER William III, American Nurseryman, Feb 15 1988, 89-95.

IRWIN Will, American Nurseryman, March 1 1988, pp 73-75.

SMITH Ronald C., American Nurseryman, Nov 15 1987, pp 52-55.

TURNER Michel, Guide de gestion des ressources humaines pour l'entreprise horticole, Association Paysage Québec, automne 1985.

LES AVANTAGES DE LA CULTURE EN CONTENANT

Conférence présentée

au

Colloque sur l'horticulture ornementale

Les 28 et 29 septembre 1988

par

Guy Boulet

Centre Jardin Boulet

LES AVANTAGES DE LA CULTURE EN CONTENANT

Guy Boulet, producteur
Centre-Jardin Boulet/Québec Multiplants

Lorsque que l'on m'a demandé de faire une conférence sur les avantages de la culture en contenant, ceux à qui j'en ai parlé m'ont tout d'abord dit qu'ils ne voyaient pas là, matière à une conférence parce qu'en cinq minutes on aurait vite fait le tour de la question et que de toute façon il était évident que l'utilisation des plants en contenant était plus avantageuse que celle provenant de culture plus traditionnelle. Malgré tout je vais essayer de vous faire partager les différentes obvervations et des reflexions que j'ai pu récolté au cours de mes expériences relativement recentes. Ce texte n'a rien de scientifique et la rigueur des énoncés, qui vont suivre, n'ont de valeur qu'en fonction de l'importance que vous leur accordés.

Les premières questions auxquelles il faut répondre, sont. Pourquoi se lancer dans la culture en conternant et essayer de changer toutes nos bonnes vieilles méthodes et techniques traditionnelles qui pourtant avaient fait leurs preuves et donnaient tout de même de bons résultats. Pourquoi se lancer dans une aventure qui nous demandera encore plus d'investissement, plus de suivi technique et plus de travail dans la compréhension de la physiologie des plantes et les relations de celles-ci avec ces différents milieux de culture.

Je crois qu'il suffit de regarder autour de nous et observer la compétion à laquelle on doit faire face. Elle se fait de plus en plus pressante et nous vient de plus en plus loin .Elle met sur le marché, la plupart du temps, des plantes sous cette forme de culture. Nos clients se montrent de plus en plus intéressés et ceux qui les ont déjà utilisés ,se font tirer l'oreille pour revenir en arrière.Et ceux, qui ont exprimés des réticences à l'achat de plantes sous cette forme, n'ont pas mis en évidence les raisons véritables de leurs mauvaises expériences . Par exemple, on reproche souvent aux plants cultivés en contenant de prendre beaucoup plus d'eau que les autres mais l'explication la plus plausible peut être que le substrat ou la terre, dans lequel les autres plants sont placés, est tellement compact amenant un mauvais drainage du substrat ce qui peut les mettre en état d'axphixie.Comme dernière mise en garde,tous ceux et celles qui pourraient penser se reconnaître ou reconnaître quelqu'un d'autre au cours de cet exposé ceci est l'objet d'une pure coincidence ou dû uniquement une illusion de votre esprit.

Par contre, même si l'on utilise des plants cultivés en contenant, il faut garder en tête que ce sera toujours du matériel vivant et qu'il a toujours besoin d'un minimum de soins et d'attention pour leur culture, leur entretien et leur plantation. Pour essayer de convaincre ceux qui hésitent encore à se lancer dans ce genre de culture ou qui hésitent à en acheter voyons ensemble les différents avantages que j'ai constaté pour les deux principaux intervenants soit le producteur et l'utilisateur.

Les avantages de la culture en contenant pour le producteur:

-Utilisation rationnelle du terrain

Ce genre de culture nous permet d'avoir une concentration beaucoup plus grande de plants au mètre carré de culture.Comparativement à une culture plus traditionnelle, on retrouve au niveau des conifères par exemple une densité beaucoup plus grande en début de culture et cela nous permet de les espacer en cours de croissance . Ainsi, suite à des ventes survenues pendant cette même période, on peut facilement combler les vides.Ceci nous évite des coûts d'entretien de parcelles à moitié vides et des superficies moins grandes où la qualité agronomique du sol a beaucoup moins d'importance.

-Moins de contraintes face aux aléas de température

Les différentes étapes de production (plantation , récolte, etc.) ne sont plus influencées par le temps qu'il fait ou qu'il fera. Le problème du terrain trop sec ou trop humide pour effectuer ces travaux ne se présente plus.En plus, vous avez certainement remarqué que certaines années, le temps le plus propice pour effectuer le travail de la terre tombe toujours les samedis et les dimanches. D'où la difficulté de planification et de trouver de la main d'oeuvre. Et avec cette méthode,est-ce que l'on pourrait penser à la semaine de travail de cinq jours même pour nous?

-Travaux sont moins concentrés sur une courte période

A partir du moment que l'on intègre la culture en contenant du début à la fin des opérations, nous pouvons échelonner les différents travaux. Nous ne sommes plus soumis de la même façon aux échéances de plantation.La transplantation et le rempotage peuvent s'effectuer tout au cours de l'année.De cette façon, notre équipe de production subit moins les hauts et les bas que nous imposaient les différentes saisons.

-Main d'oeuvre

La main d'oeuvre nécessaire est beaucoup plus spécialisé au niveau de l'encadrement, car ce genre de culture demande des connaissances plus approfondies de la part des responsables. Mais au niveau de la main d'oeuvre réguliere, on peut puiser dans un bassin disponible plus large parce que ce sont des travaux beaucoup plus répétitifs et ces travaux exigent beaucoup moins de force physique. On rencontre maintenant beaucoup plus de femmes et de jeunes qui travaillent dans les entreprises de culture en contenant.

-Réponse rapide à une demande et en temps

Notre client peut choisir facilement et emporter immédiatement.Il n'y a plus de délais d'arrachage ou de température non propice.

Les avantages pour les différents utilisateurs:

-Au printemps

Lorsque vous recevez votre matériel cultivé en contenant,vous pouvez le placer directement sur le lieu de vente, sans aucune autre manipulation. Par contre,si l'on compare du matériel à racines nues que l'on achète, on doit procéder à une foule d'opérations avant que ce matériel soit prêt pour la vente.

Il est vrai que le coût de transport pour un arbuste cultivé en contenant est plus cher qu'un arbuste à racines nues. Mais il serait intéressant de vérifier le coût de toutes les autres opérations qui suivent la réception. Les coûts d'empottage sont souvent plus élevés que l'on pense. A-t-on véritablement évalué les coûts de déchargement, d'entreposage dans un endroit offrant des conditions minimales de conservation,coût de la main d'oeuvre (même si l'on dit que l'on fait cela par temps perdu),coût du substrat,coût du pot et leur transport.Je ne suis pas certain qu'on y trouve une économie véritable.

Les plants en contenant croissent plus rapidement ce qui favorise une feuillaison tôt au printemps et une floraison plus précoce.Même si les feuilles des plants que l'on a empotés apparaissent assez vite,le feuillage n'atteindra son plein épanouissement plusieurs semaines après celui des plants en contenant et parfois , il ne l'atteint pas la première année. L'apparence d'une plante bien vivante et en santé favorise certainement la vente.

-Conservation

Les plants en contenant vous arrivent dans le même substrat dans lequel ils ont été cultivés et avec un minimum de soins ils continuent leur cycle de croissance sans subir aucun stress. Si l'on prend l'exemple des conifères cultivés en champ et qu'on les place dans des pots pendant une certaine période ,ils n'auront certainement pas toutes les conditions favorables à leur développement.Tout d'abord, on leur enlève une bonne part de leur sytème radiculaire ce qui réduit leur pouvoir d'absorption des éléments nutritifs et ensuite on les met dans un pot avec le même sol où ils étaient cultivés et qui n'a certainement pas les propriétés physiques au bon développement de cette plante dans un pot.C'est pour ces raisons, que ces plantes végètent souvent au cours de la saison et plus ils restent longtemps dans ce pot , plus leur apparence se dégrade plus ou moins rapidement.

-Inventaire

Lorsque l'on achète nos feuillus à racine nues, on est obligé de prévoir les quantités nécessaires pour combler nos ventes de toute saison, ce qui nous oblige à supporter un inventaire beaucoup plus important. Ceci est toujours en fonction de prévisions de vente qui sont plus ou moins aléatoires.Si l'on achète des plants en contenant, ceci peut nous permettre d'étaler nos achats sur une plus grande période.Laissez à vos fournisseurs supporter les coûts d'inventaire sur leur lieu de production.Il est plus facile de gérer un inventaire sur une plus courte période, ce qui vous permet d'avoir un inventaire beaucoup plus en fonction des ventes réelles et de la demande pour certains types de végétaux. On pourrait certainement se demander: Combien coûte une potentille achetée en avril qui ne sera vendue qu'au mois de septembre ou combien coûte une potentille qui a été achetée au mois d'avril qui sera vendue à rabais ou jamais vendue ?

Un autre avantage d'avoir des inventaires restreints cela nous permet d'utiliser ces espaces ainsi libérés pour la vente de d'autres produits, sans augmenter la superficie du lieu de vente. Cet étalement des achats permet de minimiser les pertes de végétaux qui pourraient survenir et d'augmenter la qualité des végétaux que l'on offre à nos clients. La qualité sera beaucoup plus constante parce que les inventaires seront regulièrement renouvelés. Les professionnels, qui créent et réalisent des plans d'aménagement , utiliseront des végétaux beaucoup plus en fonction de la valeur réelle d'une plante dans un aménagement et peut être moins en fonction d'un inventaire que l'on essaie plus ou moins de liquider.

Et lorsqu'on a un inventaire à supporter, en accordant un minimum de soin, celui-ci peut prendre même de la valeur. Un plant en contenant n'arrête pas sa croissance parce qu'il n'est aucunement perturbé par l'arrachage ou la plantation. Un exemple tres probant : Si vous recevez un génévrier de 40 cm au printemps et que son prix de détail est de $20.00, au mois d'août , ce même génévrier mesurera 50 cm et son prix de détail sera de $24.00. Ceci peut même vous permettre de faire des ventes où le premier 20% de rabais ne vous coûte pas un sous.

-Légèreté et esthétique

La plupart des centre-jardin préconise de plus en plus le self-service . Les plants cultivés en contenant offre une manipulation plus facile parce qu'il exige une force physique beaucoup moins importante.Cet avantage est à considérer parce qu'une bonne partie de notre clientèle se compose de la gente féminine. On peut même obtenir maintenant des arbres de 50mm et plus en panier qui peuvent se transporter à main d'homme,ce qui peut nous épargner, dans plusieurs occasions, un service de livraison coûteux.

Une des particularités des plants en contenant est certainement son uniformité. Le pot de plastique noir dans lequel il se présente,offre un produit propre et qui plait à l'oeil.Il ne s'altère pas avec le temps et l'humidité. Tandis qu'avec les pots biodégradables, les fonds se brisent lorsque l'on les empile dans le transport et les rebords se déchirent, laissant l'eau s'écouler sans qu'elle ait le temps de pénétrer dans le sol.

Un autre problème que l'on rencontre avec les pots bio-dégradables,c'est qu'ils se dégradent rapidement hors du sol ce qui nécessite parfois un nouvel empottage dans la même saison et une fois .dans le sol, ils ne parviennent plus à se dégrader suffisament rapidement et ceci empêche un apport suffisant d'eau nécessaire à la reprise de la plante lors d'une transplantation.

-Qualité

Il y a quelque années, la qualité semblait moins importante que le prix et la disponibilité. Maintenant ,lors des récents sondages, la qualité est devenue le facteur le plus important.

Pour un centre-jardin,un plant de qualité est, généralement, un plant qui a une belle apparence, qui se conserve bien et qui se vend bien. Pour un paysagiste, un plant de qualité est, en plus, un plant qui peut être transplanté et qui peut reprendre de lui-même dans un aménagement.

Un plant de qualité doit posséder un feuillage dense , une bonne coloration, une bonne floraison et un rythme de croissance adéquat.

-Garantie

La plupart du temps,les centres-jardin ou les paysagistes doivent donner une garantie de reprise à leurs clients. Mais cette clientèle n'a pas toujours les connaissances adéquates pour assurer une bonne reprise et un entretien adéquat.Les plants cultivés en contenant, ayant été cultivés dans des conditions optimales et possédant tout leur système radiculaire lors de leur vente ou de leur transplantation, ceci nous permet d'offrir beaucoup plus aisément une garantie parce qu'au départ nous mettons toutes les chances de notre cote.

Pour ces mêmes raisons, ces plants cultivés en contenant rencontrent facilement, tous les autres critères de qualité que nous avons énumérés auparavant.

Il existe probablement beaucoup d'autres avantages qui n'ont pas été énumérés ici. J'ai insisté beaucoup plus sur les avantages que nos clients pouvaient retirer de l'achat de plants en contenant parce que ce sont eux que nous devons convaincre pour créer cet engouement qui tôt au tard se serait fait sentir. Il y a certainement un changement d'orientation dans la production de plants de pépinière au Québec et elle se dirige peu à peu dans ce type de production en contenant. La preuve, vous vérifirez que dans la plupart des catalogues des pépiniéristes au Québec, tout chacun offre déjà des plants en contenants et je suis persuader que cela continuera d'augmenter. Tout autour de nous ,aux Etats-Unis et en Europe, les adeptes de cette méthode de production ne cessent d'augmenter. Il ne faut surtout pas rester en arrière mais plutôt être à l'avant-garde.

Certains décrieurs nous diront encore que le Québec ne possède pas le climat pour ce genre de production et ce ne serait pas la première fois que l'on soulèverait cet objection. Mais comme d'habitude,je suis certain que notre entrepreneurship nous aidera à devenir encore plus imaginatif pour surpasser ces obstacles et à développer une horticulture ornemantale qui nous est propre. Ceci nous permettra de conserver et surtout de conquérir la place qui nous revient dans notre marché au Québec et pourquoi pas ailleurs !

Je ne voudrais pas terminer cet exposé sans vous montrer quelques images de pépinières de chez-nous qui se sont lancés dans "l'aventure" de la culture en contenant. Des images comme celles-ci, vous en découvrirez de plus en plus au cours des prochaines années. Dans peu temps, elles feront partie de notre paysage et vous paraîtront aussi familières comme si cela avait toujours été !

ON NOURRIT DE
GRANDS
projets

Gouvernement du Québec
**Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation**

89-006